



TESIS - PM092315

**PENENTUAN POLA PEMOTONGAN
PELAT LEMBARAN UNTUK MEMINIMALKAN
PELAT SISA PADA PT. X DENGAN METODE
INTEGER LINEAR PROGRAMMING**

ANDRI SANJAYA
9111201404

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc

PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015



THESIS - PM092315

**PATTERN DETERMINATION OF
CUTTING SHEET PLATE TO
MINIMIZE THE SCRAPS IN PT. X USING
INTEGER LINEAR PROGRAMMING**

ANDRI SANJAYA
9111201404

ADVISOR
Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc

PROGRAM MAGISTER MANAGEMENT OF TECHNOLOGY
MAJOR OF INFORMATION TECHNOLOGY MANAGEMENT
POST GRADUATE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015

PENENTUAN POLA PEMOTONGAN PELAT LEMBARAN UNTUK MEMINIMALKAN PELAT SISA PADA PT. X DENGAN METODE *INTEGER LINEAR PROGRAMMING*

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ANDRI SANJAYA
NRP. 9111 201 404

Tanggal Ujian : 10 Juli 2015
Periode Wisuda : September 2015

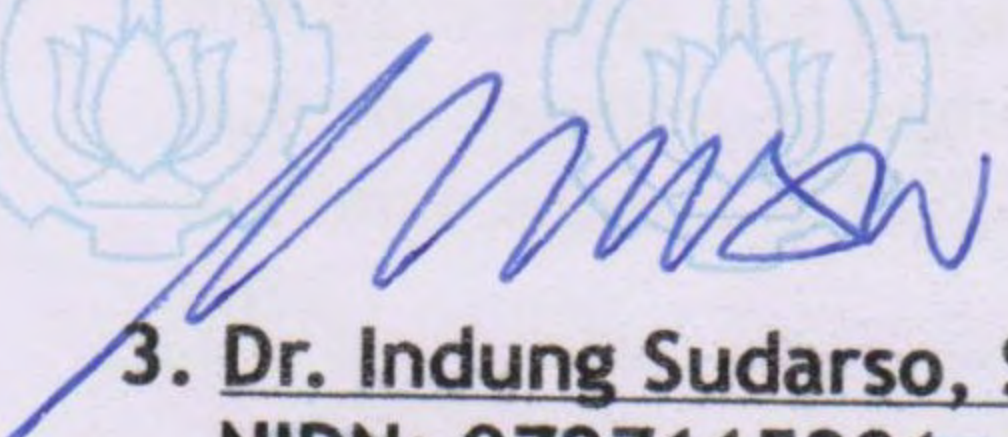
Disetujui oleh :


1. Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc
NIP: 195204171979031002

(Pembimbing)



2. Nani Kurniati, ST, MT, PhD
NIP: 197504081998022001

(Penguji I)


3. Dr. Indung Sudarso, ST, MT
NIDN: 0727115201

(Penguji II)

Direktur Program Pascasarjana,


Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT
NIP. 19640405 199002 1001

PENENTUAN POLA PEMOTONGAN PELAT LEMBARAN UNTUK MEMINIMALKAN PELAT SISA PADA PT. X DENGAN METODE INTEGER LINEAR PROGRAMMING

Nama Mahasiswa : Andri Sanjaya
NRP : 9111201404
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc

ABSTRAK

Suatu perusahaan bergerak dalam bidang fabrikasi peralatan-peralatan pertanian. Fabrikasi peralatan-peralatan ini melibatkan penggunaan pelat-pelat dengan berbagai ukuran. Pelat-pelat yang dibutuhkan ini diperoleh dari pemotongan pelat bakalan dengan dimensi tertentu. Pemotongan bakalan pelat menjadi pelat-pelat dengan ukuran tertentu ini seringkali menimbulkan masalah yaitu adanya sisa-sisa pemotongan yang menyebabkan penambahan biaya karena pemborosan bahan.

Metode pemotongan pelat yang digunakan di industri sejauh ini hanya memanfaatkan gagasan operator dan pengalaman sehingga sisa pelat hasil pemotongan dirasakan terlalu besar. Suatu metode optimasi menggunakan model *Integer Programming* diusulkan untuk mengurangi luasan pelat sisa hasil pemotongan. Upaya optimasi ini didahului dengan menentukan langkah heuristik untuk menentukan berbagai pola potong yang bisa dilakukan. Setelah berbagai pola potong ini berhasil ditentukan, maka selanjutnya optimasi meminimalkan sisa pelat potong dilakukan dengan menggunakan model *Integer Programming*. Beberapa kendala relevan yang terkait dengan masalah ini seperti ketersediaan waktu mesin, ketersediaan sumber daya manusia, jumlah permintaan, dan kendala-kendala lain ditambahkan agar masalah bisa mendekati kondisi yang sebenarnya.

Penelitian ini menghasilkan sebuah model matematis yang bisa dimanfaatkan untuk memenuhi permintaan pelat dan secara simultan meminimalkan sisa pelat hasil pemotongan. Aplikasi model untuk suatu persoalan tertentu mampu menghasilkan suatu pola pemotongan dengan luas pelat sisa minimal sebesar 3752241 mm² dengan persentase rendemen rata-rata sebesar 96%.

Kata Kunci: Optimasi, Fabrikasi, *Integer Linear Programming*, Manajemen Sisa



PATTERN DETERMINATION OF CUTTING SHEET PLATE TO MINIMIZE THE SCRAPS IN PT. X USING INTEGER LINEAR PROGRAMMING

Name : Andri Sanjaya
NRP : 9111201404
Advisor : Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc

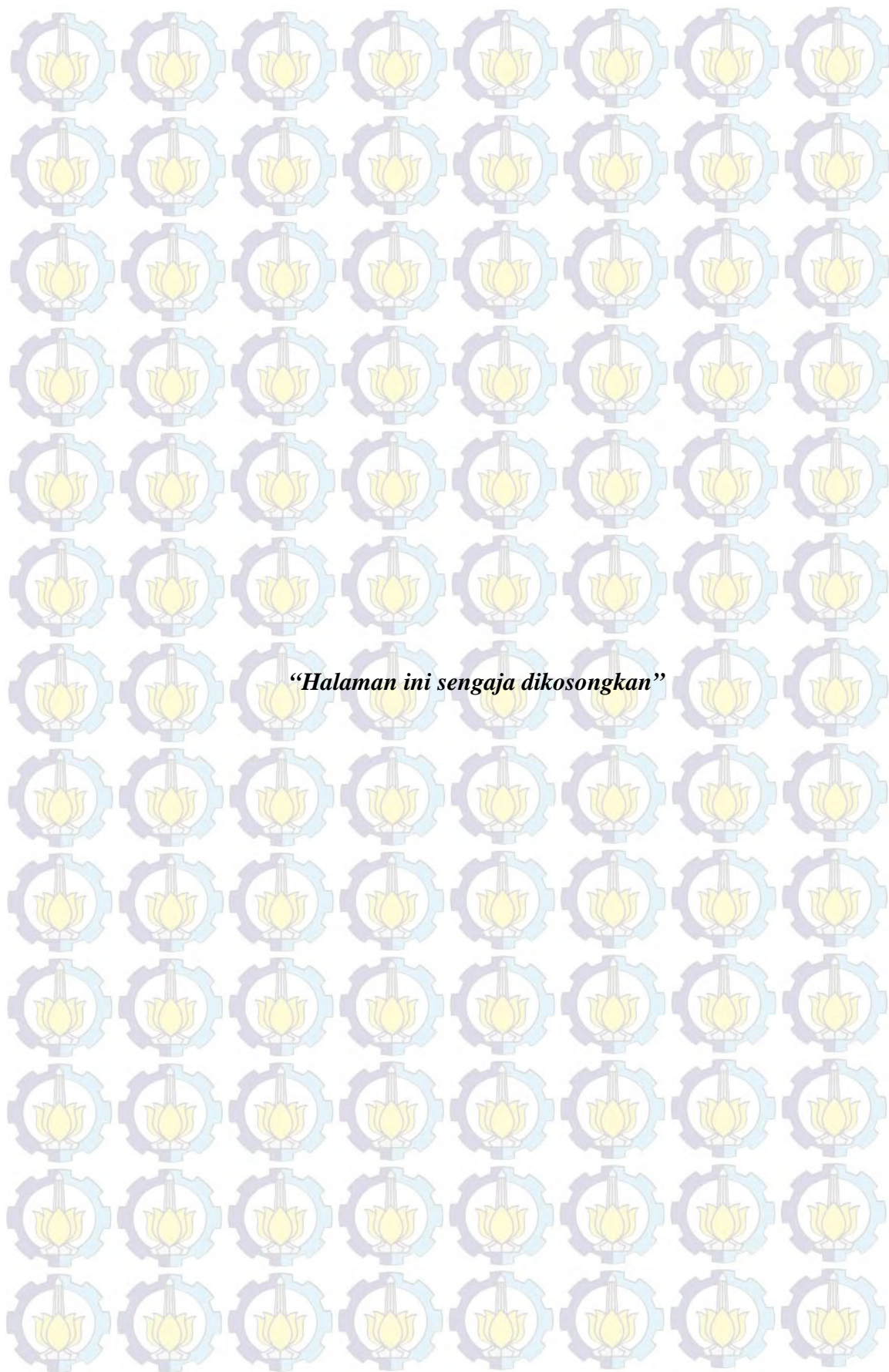
ABSTRACT

A company moved in the fabrication of agricultural equipment. Fabrication of these equipments involves the use of metal plate sheet of various sizes. Plate sheet that required is obtained from the cutting of initial plate sheet with specific dimensions. Cutting of a initial plate sheet going into metal sheet with specific sizes often create the problem, that's problem is the scraps of cutting process which increasing the costs due to wastage of raw materials.

Cutting plate sheet's method used in the industry, so far only operator utilizing ideas and experiences; the rest of the sheet plate cutting results were deemed too great. An optimization method using integer programming model is proposed to reduce the wide of residual plate cutting results. This optimization efforts preceded by decisive step heuristics to determine various patterns of pieces that can be done. After various pattern pieces have successfully determined, then the next optimization minimizes the residual sheet plate cutting done using integer programming model. Some relevant constraints related to this issue such as the availability of machine time, the availability of human resources, the number of requests, and other constraints added that the problem could be approaching actual conditions.

The study produced a mathematical model that can be used to meet the demand for sheet plate and simultaneously minimize the residual plate cutting results. Model application for a particular problem capable of generating a cutting pattern with minimal residual plate area as big as 3752241 mm² with an average yield is 96%.

Keyword: Optimization, Fabrication, Integer Linear Programming, Management of Residual



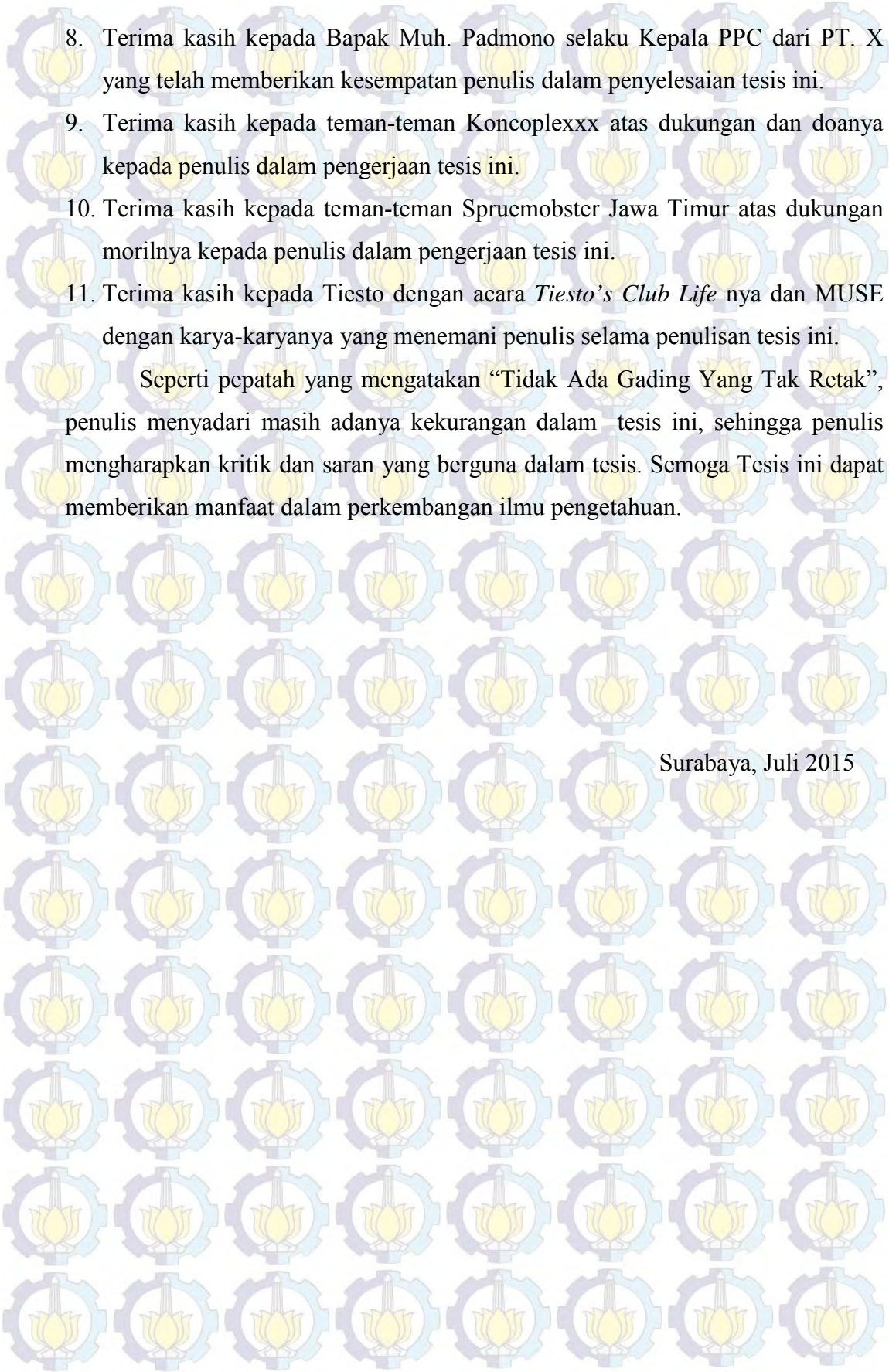
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah SWT. atas segala limpahan berkat, rahmat, dan hidayah, serta kasih-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul:

**“PENENTUAN POLA PEMOTONGAN PELAT LEMBARAN
UNTUK MEMINIMALKAN PELAT SISA PADA PT. X DENGAN
METODE *INTEGER LINEAR PROGRAMMING*”.**

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung, diantaranya:

1. Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc, selaku dosen pembimbing yang telah bersedia memberikan waktu, ide, pengarahan, kesabaran, bimbingan serta bantuan selama penulisan proposal tesis ini sehingga dapat terselesaikan.
2. Prof. Dr. Yulinah T., M. App.Sc., selaku ketua program studi MMT-ITS serta sebagai dosen wali.
3. Dosen-dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukannya.
4. Kedua orang tuaku atas dorongan semangat, inspirasi, bimbingan, doa dan kasih sayang yang telah diberikan.
5. Terima kasih secara khusus kepada teman-teman seperjuangan di jurusan MMT-ITS angkatan 2012 atas kenangan dan perhatiannya serta dukungan dalam pengerjaan tesis ini.
6. Terima kasih kepada Bapak Tjahjana Budiman selaku pemilik dari PT. X yang telah mengizinkan penulis menggunakan PT. X sebagai lokasi penelitian tesis ini.
7. Terima kasih kepada Bapak Ir. Stanislaus Chandra selaku manajer produksi dari PT. X yang telah mengizinkan dan memberikan pengertian kepada penulis selama penyelesaian tesis ini.

- 
8. Terima kasih kepada Bapak Muh. Padmono selaku Kepala PPC dari PT. X yang telah memberikan kesempatan penulis dalam penyelesaian tesis ini.
 9. Terima kasih kepada teman-teman Koncoplexxx atas dukungan dan doanya kepada penulis dalam pengerjaan tesis ini.
 10. Terima kasih kepada teman-teman Spruemobster Jawa Timur atas dukungan morilnya kepada penulis dalam pengerjaan tesis ini.
 11. Terima kasih kepada Tiesto dengan acara *Tiesto's Club Life* nya dan MUSE dengan karya-karyanya yang menemani penulis selama penulisan tesis ini.

Seperti pepatah yang mengatakan “Tidak Ada Gading Yang Tak Retak”, penulis menyadari masih adanya kekurangan dalam tesis ini, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang berguna dalam tesis. Semoga Tesis ini dapat memberikan manfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, Juli 2015

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.2.1 Batasan	3
1.2.2 Asumsi	3
1.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian	4
1.4 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Proses Manufaktur	7
2.2 Proses Potong <i>Shearing</i>	9
2.3 <i>Mild Steel Plate</i>	17
2.4 <i>Linear Programming</i>	17
2.4.1 Formulasi Model <i>Linear Programming</i>	18
2.4.2 Model Umum <i>Linear Programming</i>	18
2.5 Asumsi <i>Linear Programming</i>	19
2.6 Solusi Optimal	20
2.7 <i>Integer Linear Programming</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN	23

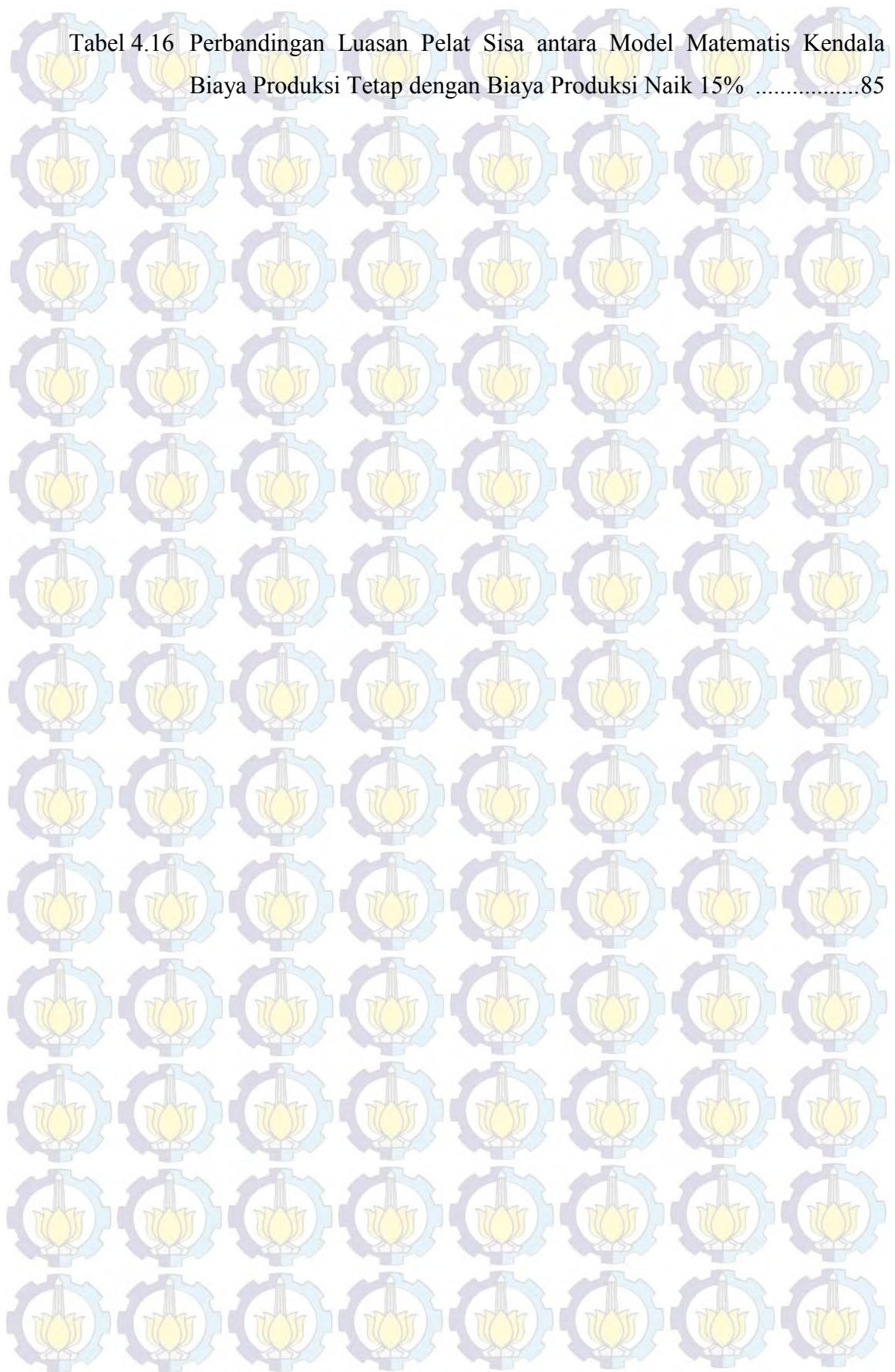
3.1	Posisi Penelitian	24
3.2	Tahap Identifikasi Masalah	24
3.3	Tahap Studi Lapangan	24
3.4	Tahap Studi Literatur	24
3.5	Tahap Penetapan Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian Tesis	25
3.6	Tahap Pengumpulan Data	25
3.7	Tahap Pengolahan Data	25
3.8	Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran	32
3.9	Model Matematis Dalam Penelitian	32
3.9.1	Fungsi Tujuan	32
3.9.2	Fungsi Kendala	33
BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS HASIL		39
4.1	Proses Produksi Pabrik Mesin Pertanian	39
4.1.1	Tahap Penyimpanan	39
4.1.2	Tahap Pemotongan	39
4.1.3	Tahap <i>Punching</i>	40
4.1.4	Tahap <i>Power Press</i>	40
4.1.5	Tahap Pengoboran	41
4.1.6	Tahap Permesinan	41
4.1.7	Tahap Pengelasan	41
4.1.8	Tahap Pencucian	41
4.1.9	Tahap <i>Priming</i> , Dempul dan Pengecatan	41
4.1.10	Tahap Perakitan	42
4.1.11	Tahap <i>Finishing</i>	42
4.2	Pengumpulan Data	42
4.2.1	Penentuan Pola Potong pada Lembaran Pelat Bakalan	42
4.2.1.1	Penentuan Pola Potong	45
4.2.1.2	Tabel Proses Pemotongan	59
4.3	Fungsi Tujuan	62
4.4	Fungsi Kendala	64
4.4.1	Batasan Permintaan Masing-Masing Ukuran Pelat	64

4.4.2 Batasan Waktu Mesin Potong yang Tersedia	67
4.4.3 Batasan Waktu dari Operator Pengesetan Pelat	68
4.4.4 Batasan Waktu dari Operator Pemotongan Pelat	69
4.4.5 Batasan Pada Jumlah Pelat yang Tersedia	71
4.4.6 Batasan Pada Biaya Produksi yang Tersedia	72
4.4.7 Batasan Pada Jumlah Pola Potong yang Bisa digunakan per Hari	73
4.5 Hasil Perhitungan	76
4.6 Pembahasan	85
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN 1	91
LAMPIRAN 2	551
LAMPIRAN 3	597
LAMPIRAN 4	631



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai <i>Allowance</i> untuk Tiga Kelompok Lembaran Pelat Logam	15
Tabel 2.2 Suaian Mata Pisau yang Diizinkan.....	15
Tabel 3.1 Posisi Penelitian.....	24
Tabel 3.2 Notasi pada Proses Pemotongan.....	32
Tabel 4.1 <i>Bill of Material</i> dari Komponen <i>Handle</i>	45
Tabel 4.2 Data Jenis Pelat yang Dipotong.....	46
Tabel 4.3 Tarif Mesin dan Tarif Operator (Tahun: 2014)	61
Tabel 4.4 Proses Pemotongan Pola Potong	62
Tabel 4.4 Proses Pemotongan Pola Potong (lanjutan).....	62
Tabel 4.5 Permintaan Masing-masing Ukuran Pelat.....	65
Tabel 4.6 Hasil Pengolahan Data	76
Tabel 4.7 Kombinasi dan Jumlah Masing-masing Ukuran Pelat dari Tiap-tiap Variabel yang Dihasilkan	76
Tabel 4.8 Jumlah Masing-masing Ukuran Pelat yang Dihasilkan dari Tiap-tiap Variabel	77
Tabel 4.9 Perbandingan Luasan Pelat Sisa antara Jumlah Waktu Mesin Tetap dengan Jumlah Waktu Mesin Berkurang 50%	80
Tabel 4.10 <i>Output</i> dari Jumlah Waktu Mesin Berkurang 50%	81
Tabel 4.11 Perbandingan Luasan Pelat Sisa dari Jumlah Waktu Operator Pengesetan Tetap dengan Jumlah Waktu Operator Pengesetan Berkurang 50%	82
Tabel 4.12 <i>Output</i> dari Jumlah Waktu Operator Pengesetan Berkurang 50%	82
Tabel 4.13 Perbandingan Luasan Pelat Sisa dari Jumlah Waktu Operator Pemotongan Tetap dengan Jumlah Waktu Operator Pemotongan Berkurang 50%	83
Tabel 4.14 Perbandingan Luasan Pelat Sisa dari Jumlah Waktu Kerja Tetap dengan Jumlah Waktu Kerja Ditambah (Lembur 4 jam)	83
Tabel 4.15 <i>Output</i> dari Jumlah Waktu Kerja yang Ditambah 4 jam	84



Tabel 4.16 Perbandingan Luasan Pelat Sisa antara Model Matematis Kendala Biaya Produksi Tetap dengan Biaya Produksi Naik 15%85

DAFTAR LAMPIRAN	
Lampiran 1	91
Lampiran 2	551
Lampiran 3	597
Lampiran 4	631

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini akan dibahas mengenai latar belakang dan permasalahan yang ada di PT. X, tujuan dari tesis ini, dan manfaat dari tesis yang berguna bagi PT. X.

1.1 Latar Belakang Masalah

Program ketahanan pangan dalam nasional di Indonesia untuk saat ini dikatakan belum terlalu kuat, hal ini berdasarkan masih besarnya volume impor bahan kebutuhan pangan. Secara volume impor tanaman pangan periode Januari sampai dengan Desember tahun 2013 mencapai 13,2 juta ton atau setara dengan US\$ 5,52 miliar (Kementrian Pertanian Republik Indonesia, 2014). Melihat keadaan ini maka PT. Y ikut berperan serta dalam upaya peningkatan produktivitas dari industri pertanian, terutama tanaman pangan. Sumbangsih yang diberikan oleh PT. Y adalah menyediakan mesin-mesin pertanian yang berteknologi unggul mulai dari tahap pra tanam, tanam dan pasca panen melalui anak-anak perusahaan dari PT. Y, yaitu CV. W, PT. X, PT. Z dan PT. V.

Untuk menunjang visi dari PT. Y dalam berperan serta dalam peningkatan produktivitas pertanian Indonesia, maka pada tahun 1975 didirikanlah PT. X. Untuk menjalankan kegiatan produksinya PT. X mengambil tempat di Desa Bambe, km. 19,3 Driyorejo, Gresik Jawa Timur. PT. X dalam perkembangannya berperan untuk memproduksi mesin-mesin pertanian untuk tahapan pra tanam dan pasca panen bagi perusahaan induknya PT. Y.

Mesin-mesin pertanian yang diproduksi oleh PT. X antara lain seperti traktor tangan untuk mengolah tanah sebelum masuk tahap tanam (pra tanam). Untuk tahap pasca panen, mesin yang diproduksi antara lain adalah mesin pengupas kulit padi, mesin pemoles beras, ayakan mekanis, dan tungku pengering benih. Unit-unit mesin ini diproduksi jika ada pesanan dalam bentuk Surat Order Pekerjaan (SOP) dari PT. Y; Sistem ini biasanya dikenal sebagai *Job Order*.

Mesin–mesin pertanian yang diproduksi di PT. X menggunakan bahan baku berupa pelat lembaran dengan beberapa ragam ketebalan dan jenis pelat. Di samping menggunakan lembaran pelat, PT. X juga menggunakan berbagai besi lonjoran dengan profil U, profil siku, maupun bundar.

PT. X dalam mengolah pelat lembaran menggunakan mesin potong *shearing* atau yang biasa dikenal dengan mesin potong *guillotine*. Pelat–pelat lembaran dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan untuk membentuk suatu sub bagian dari sebuah komponen.

Mesin potong *guillotine* yang ada pada regu pemotongan PT.X adalah mesin potong *guillotine* dari jenis manual. Dalam pengoperasiannya mesin potong ini bekerja dengan prinsip dasar gaya geser yang dihasilkan dari kedua pisau potong dalam pemotongan pelat. Untuk menggerakkan mekanisme kedua pisau potong ini, operator mesin potong *guillotine* harus menginjak pedal penekan yang menghasilkan gerakan *reciprocating* yang dapat memberikan proses pemotongan antara kedua pisau potong ini dengan material pelat.

Dalam hal pemotongan material bahan baku pelat lembaran ini PT. X harus mampu menentukan pola pemotongan pelat lembaran yang dapat meminimasi sisa pelat yang tidak terpakai tetapi tetap dapat memenuhi permintaan PT. Y.

Metode pemotongan pelat yang digunakan di perusahaan sejauh ini hanya memanfaatkan gagasan operator dan pengalaman. Metode untuk penentuan pola pemotongan pelat yang selama ini dipakai adalah satu jenis ukuran pelat yang diinginkan diatur dengan satu pelat bakalan utuh kemudian menjadi suatu pola pemotongan pelat.

Metode yang ini dipakai selama ini mempunyai kelemahan salah satunya adalah jumlah ukuran pelat yang dihasilkan metode ini berlebih dari jumlah yang diminta dan masih banyak sisa pelat dari pelat bakalan yang dipotong.

Dalam kondisi nyata saat ini jumlah luasan pelat sisa yang dihasilkan mencapai 21.561.600 mm² dengan persentase rendemen rata-rata penggunaan pelat bakalan untuk semua tipe produk mesin pertanian sebesar 80% yang artinya dari luasan pelat bakalan sebesar 2.880.000 m m² dapat dihasilkan produk pelat sebuah ukuran tertentu dengan luasan total sebesar 2.304.000 mm².

Hal ini tentunya merugikan bagi PT. X karena jumlah pelat yang diinginkan terlalu banyak dan memerlukan biaya tambahan untuk penyimpanan pelat yang berlebih tersebut serta jumlah pelat sisa yang tidak terkendali dari hasil pemotongan pelat bakalan.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tesis ini diharapkan mampu untuk memecahkan permasalahan bagaimana menentukan pola pemotongan pelat yang meminimumkan sisa pelat, sehingga pelat dapat dimanfaatkan secara maksimal dengan memakai pendekatan Metode *Integer Linear Programming*.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

- Bagaimana mencari pola pemotongan pelat yang dapat meminimumkan sisa pelat sehingga diperoleh hasil yang sesuai dengan kebutuhan dengan tetap memenuhi kendala-kendala yang ada dan telah ditentukan oleh PT.X seperti jumlah mesin potong, jumlah jam kerja operator pengesetan dan pemotongan, jumlah pelat bakalan dan jumlah anggaran pada regu pemotongan.

1.2.1 Batasan

Untuk menentukan arah serta menyederhanakan permasalahan agar sesuai dengan tujuan tesis ini, maka batasan yang diberlakukan adalah:

1. Pemotongan dilakukan untuk menghasilkan empat ukuran produk pelat.
2. Material pelat yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Mild Steel* dengan ukuran tebal sebesar 3 mm.
3. Pemotongan menggunakan mesin *Guillotine*.
4. Jam kerja per hari memakai jam kerja reguler dimana delapan jam kerja tanpa ditambah waktu lembur.

1.2.2 Asumsi

Asumsi yang diberlakukan dalam tesis ini adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh lingkungan, mesin dan operator selama penelitian dianggap konstan atau sama.
2. Jumlah order untuk tipe produk selalu sama.
3. Jumlah pelat yang bisa dipasok oleh pemasok berjumlah sama tiap hari.

1.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini tujuan yang ingin dicapai adalah:

- Menentukan pola pemotongan pelat yang mampu memenuhi permintaan dan menghasilkan sisa potong minimal serta memenuhi kendala yang lain.

1.3.2 Manfaat Penelitian

1. Bagi pihak perusahaan, tesis ini dapat dijadikan masukan dan acuan dalam melakukan perencanaan pemotongan bahan baku terutama pemotongan pelat lembaran.
2. Memberikan kontribusi pada perusahaan dalam membuat perencanaan penggunaan bahan baku.

1.4 Sistematika Penulisan

Urutan dari sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

a. BAB 1 PENDAHULUAN

Pada BAB 1 ini menjelaskan tentang kondisi yang sedang dihadapi oleh perusahaan dan melatar belakangi penelitian yang dilakukan, selain itu juga terdapat perumusan masalah dalam penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan dan asumsi penelitian, serta sistematika penulisan, sehingga dapat memberikan gambaran umum tentang penelitian yang dilakukan.

b. BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

Pada BAB 2 ini menjelaskan tentang teori-teori yang saling terkait satu sama lain, dan dapat digunakan sebagai pedoman dalam melakukan penelitian, sehingga dapat dicapai hasil yang diinginkan.

c. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada BAB 3 ini terdapat penjelasan mengenai metode yang digunakan, beserta langkah-langkah yang dilakukan selama melakukan penelitian, mulai dari awal melakukan penelitian sampai didapatkan hasil akhir tentang keputusan yang diambil.

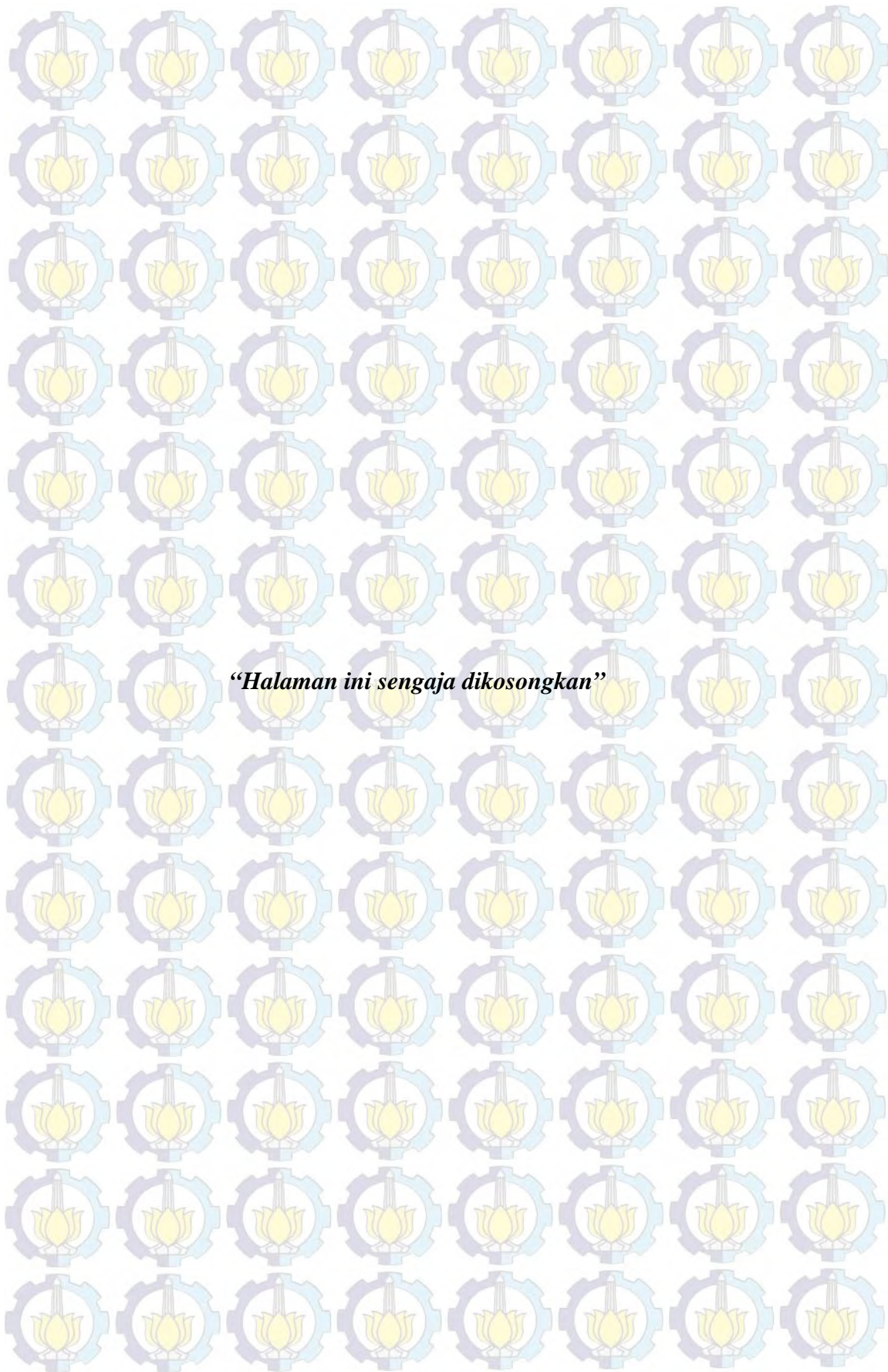
d. BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS HASIL

Pada BAB 4 ini berisi tentang cara pengumpulan dan pengolahan data yang telah didapatkan, sehingga dihasilkan solusi terbaik bagi penelitian ini. Pengolahan data didasarkan pada metode yang telah dipilih.

Pada BAB 4 ini juga menjelaskan tentang analisa dan pembahasan data yang telah diolah. Analisa dan pembahasan data ini juga menggunakan metode yang sudah dipilih.

e. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada BAB 5 ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari keseluruhan penelitian, dan juga saran yang dapat digunakan sebagai bahan perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

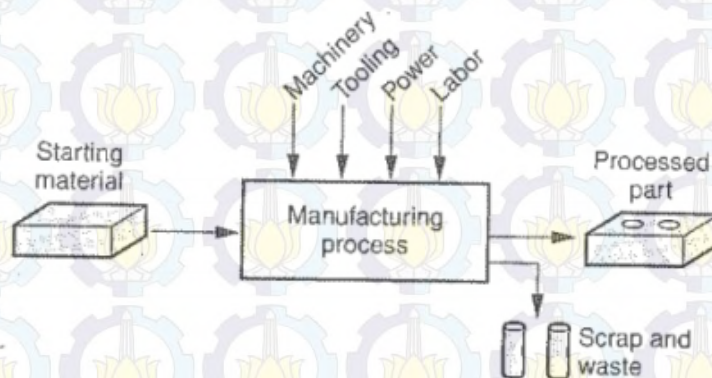


BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Proses Manufaktur

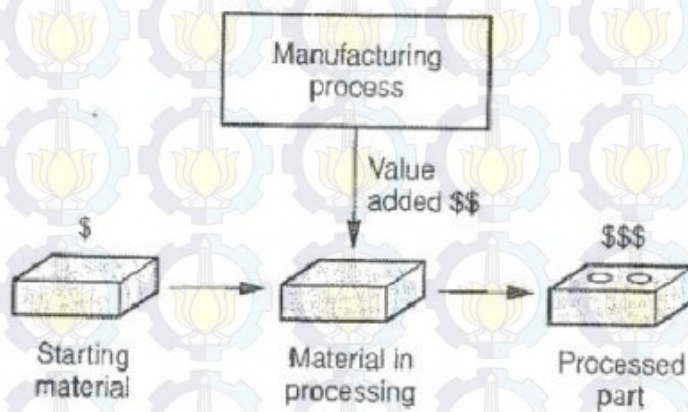
Menurut Groover (2001), proses manufaktur dapat didefinisikan sebagai penerapan proses fisik dan kimia untuk mengubah geometri, sifat-sifat dan atau penampilan dari suatu material awal dalam pembuatan komponen atau produk. Proses manufaktur juga meliputi penggabungan beberapa komponen untuk membuat produk rakitan. Proses manufaktur melibatkan kombinasi mesin-mesin, perkakas, tenaga penggerak dan tenaga kerja manual seperti pada Gambar 2.1. Proses manufaktur hampir selalu dijalankan berupa satu urutan operasi. Setiap urutan proses tersebut membuat material menjadi semakin dekat dengan bentuk akhir yang diinginkan.



Gambar 2.1 Alternatif Definisi Manufaktur sebagai Proses Teknologi
(Sumber: <https://ismailarifin.wordpress.com>)

Dari pandangan ekonomi proses manufaktur adalah proses pengubahan material menjadi benda yang memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi dengan menggunakan satu atau lebih operasi pemrosesan dan atau operasi perakitan

seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.2. Kunci utamanya adalah proses manufaktur menambah nilai pada material dengan mengubah bentuknya atau sifat-sifatnya atau dengan mengkombinasikan bersama material lain yang juga telah mengalami perubahan. Material itu memiliki harga lebih tinggi melalui operasi manufaktur yang diterapkan kepadanya. Ketika pasir diubah menjadi gelas, nilai juga ditambahkan, bila minyak dimurnikan menjadi plastik, nilai juga ditambahkan. Dan ketika plastik dicetak menjadi kursi patio bergeometri kompleks, akan membuat produk berharga lebih tinggi lagi.



Gambar 2.2 Alternatif Definisi Manufaktur sebagai Proses Ekonomi

(Sumber: <https://ismailarifin.wordpress.com>)

Sejumlah konsep manufaktur atau produksi bersifat kuantitatif, atau konsep ini memerlukan pendekatan kuantitatif untuk mengukurnya. Model yang ditampilkan disini bersifat ideal dalam arti model-model mengabaikan beberapa kenyataan dan komplikasi yang ada di pabrik. Sebagai contoh, tidak memperhatikan dari laju pembuangan geram (*scrap*). Dalam beberapa operasi manufaktur, persentase *scrap* yang dihasilkan adalah cukup tinggi yang sebaliknya mempengaruhi laju produksi, kapasitas pabrik, dan biaya produk.

2.2 Proses Potong *Shearing*

Menurut Yuniardi (2011) dalam artikelnya Kerja Pelat, pengerjaan pelat adalah pengerjaan membentuk dan menyambung logam lembaran sehingga sesuai dengan bentuk dan ukuran yang telah direncanakan. Pengerjaan pelat dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu, tanpa bantuan alat bantu (dengan menggunakan tangan) ataupun perpaduan dari keduanya. Pengerjaan pelat yang dilakukan antara lain menggunting (memotong), menarik, melipat, melubangi, meregang, pengawatan, mengalur, menyambung dan lain lain. Pengerjaan yang dibahas dalam tesis ini adalah proses pemotongan pelat.

2.2.1 Mesin Potong *Guillotine*

Pada proses pemotongan pelat, alat kerja yang digunakan adalah mesin *guillotine*. Mesin *guillotine* menurut penggerak mekanismenya dibagi menjadi dua jenis yaitu, mesin *guillotine* manual dan mesin *guillotine* hidrolik. Mesin *guillotine* manual, pemotongan pelat dilakukan dengan tuas penekan yang digerakan oleh kaki operator dari mesin *guillotine* manual. Mekanisme pemotongan dari mesin *guillotine* manual biasanya memakai gerakan *reciprocating* sedangkan mesin *guillotine* hidrolik menggunakan mekanisme dari piston hidrolik yang menggerakkan pisau potong dengan bantuan dari tekanan hidrolik.

Prinsip kerja mesin *guillotine* ini menggunakan gaya geser (*shearing*) untuk proses pemotongan pelat. Pelat yang akan dipotong diletakan pada landasan pisau tetap dan pisau atas ditekan sampai memotong pelat. Untuk mengurangi besarnya gaya geser sewaktu terjadinya proses pemotongan posisi mata pisau atas dimiringkan sehingga luas penampang pelat yang akan dipotong mengecil. Salah satu jenis mesin pemotong pelat ditunjukkan pada Gambar 2.3.

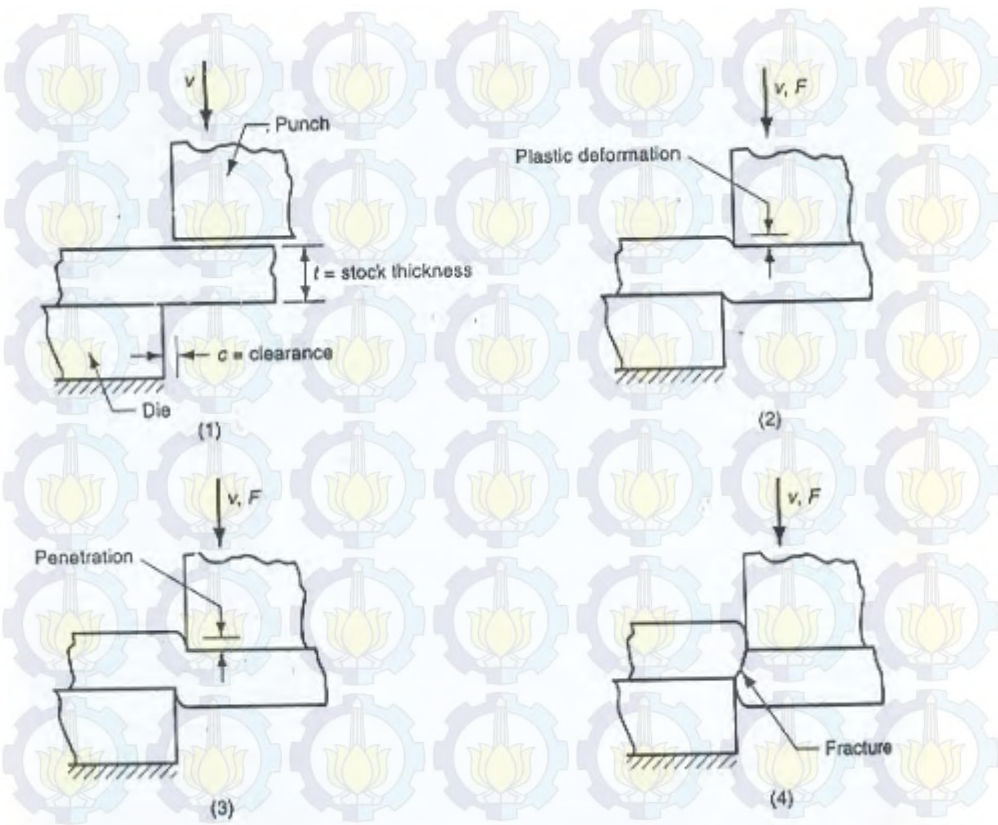


Gambar 2.3 Mesin Potong *Guillotine* Manual

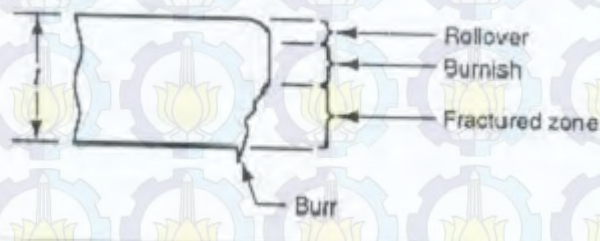
2.2.2 Tahapan Pemotongan:

1. Logam lembaran diletakkan di antara *punch* dan *die*.
2. *Punch* ditekan ke benda kerja (lembaran) sehingga permukaan lembaran mengalami deformasi plastik (permanen).
3. *Punch* terus ditekan ke bawah, permukaan mengalami penetrasi (tapak tekan). Daerah penetrasi umumnya sekitar $\frac{1}{3}$ tebal lembaran.
4. Setelah gerakan *punch* dilanjutkan lagi, dua sisi tajam *punch* dan *die* akan mengakibatkan terjadinya retak dalam benda kerja.

Bila jarak ruang (*clearance*) antara *punch* dan *die* benar, maka dua garis retakan saling bertemu sehingga dihasilkan pemotongan yang baik.



Gambar 2.4 Pengguntingan Logam Lembaran di antara Dua Tepi Potong
(Sumber: Ardian, 2012)



Gambar 2.5 Karakteristik Tepi Guntingan Lembaran Benda Kerja
(Sumber: Ardian, 2012)

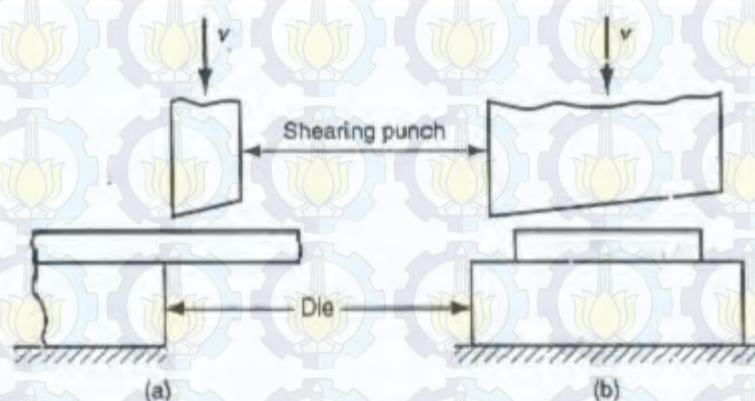
2.2.3. Karakteristik tepi guntingan lembaran seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.5, dibagi atas:

1. *Rollover*, daerah bagian atas dari permukaan potong benda kerja yang merupakan daerah terjadinya deformasi plastik.

2. *Burnish*, daerah yang terletak di bawah *rollover*, merupakan hasil penetrasi *punch* ke benda kerja sebelum keretakan dimulai. Daerah ini memiliki permukaan potong yang halus.
3. *Fracture zone*, daerah yang mengalami keretakan yang disebabkan gerakan *punch* ke bawah. Daerah ini memiliki permukaan potong yang relatif kasar.
4. *Burr*, sudut tajam pada tepi potong yang disebabkan karena benda kerja mengalami regangan selama akhir pemisahan benda kerja.

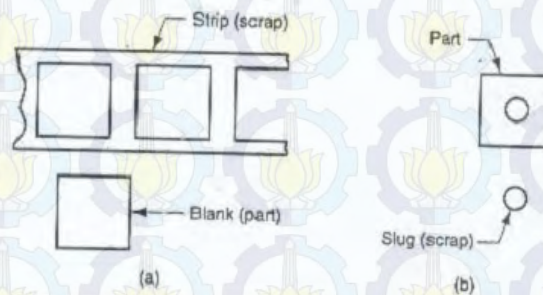
2.2.4 Tiga operasi dasar dalam pengerjaan kempa adalah: pengguntingan (*shearing*), *blanking*, dan *punching*.

1. *Shearing* adalah operasi pemotongan/pengguntingan logam lembaran sepanjang garis lurus antara tepi potong seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.6.a. *Shearing* khususnya digunakan untuk memotong lembaran yang lebar menjadi potongan-potongan yang lebih kecil, yang merupakan bagian-bagian dari operasi kempa, pisau potong dalam Gambar 2.6.b sering dibuat miring untuk mengurangi gaya potong yang dibutuhkan.



Gambar 2.6 Operasi Pengguntingan: (a) Pandangan Samping, (b) Pandangan Depan (Sumber: Ardian, 2012)

2. *Blanking* adalah operasi pemotongan logam lembaran sepanjang suatu garis tertutup (misalnya bulat, segi empat, dan sebagainya), dimana potongan yang dipisahkan dari benda kerja merupakan benda kerja untuk operasi berikutnya. Potongan yang dipisahkan tersebut disebut *blank* (lihat Gambar 2.7.a).



Gambar 2.7 (a) *Blanking*, (b) *Punching*
(Sumber: Ardian, 2012)

3. *Punching* mirip dengan *blanking*, tetapi potongan yang dipisahkan merupakan sekrap yang disebut *slug* (lihat Gambar 2.7.b).

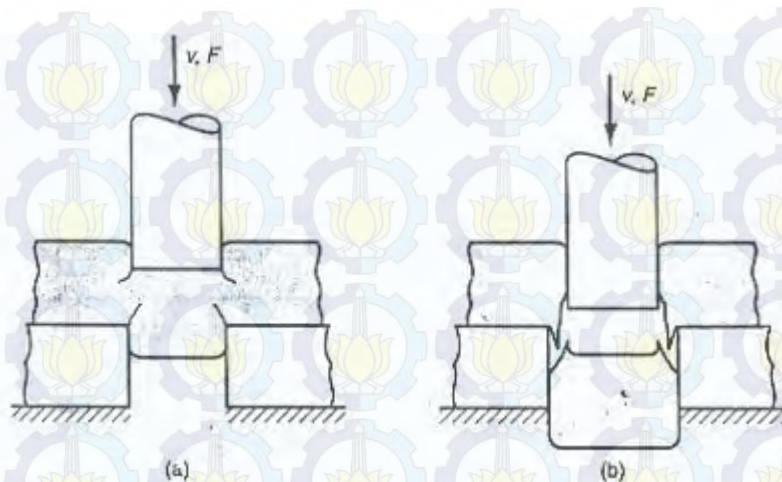
2.2.5 Analisa Pemotongan Logam Lembaran

Parameter penting dalam pemotongan logam lembaran adalah:

1. Jarak ruang (*clearance*) antara *punch* dan *die*.
2. Ketebalan lembaran.
3. Jenis logam dan kekuatannya, dan
4. Panjang potong.

Jarak ruang (*clearance*):

Clearance dalam operasi pemotongan adalah jarak antara *punch* dan *die* (Gambar 2.4.1). *Clearance* pada umumnya berkisar antara 4% dan 8% dari tebal lembaran t . Akibat dari *clearance* yang tidak sesuai ditunjukkan dalam Gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8 Akibat dari *Clearance*: (a) *Clearance* Terlalu Kecil, (b) *Clearance* Terlalu Besar (Sumber: Ardian, 2012)

- Bila *clearance* terlalu kecil, maka garis keretakan cenderung untuk tidak saling ketemu, sehingga gaya yang dibutuhkan menjadi lebih besar.
- Bila *clearance* terlalu besar, logam akan terjepit antara tepi potong *punch* dan *die*, sehingga terbentuk *burr* yaitu sudut tajam pada tepi potong lembaran.

Clearance yang benar tergantung pada jenis dan ketebalan logam lembaran, yang dapat dinyatakan dengan rumus:

$$c = a \cdot t \quad (2.1)$$

dimana:

c = jarak ruang (*clearance*), in (mm)

a = kelonggaran (*allowance*), dan

t = ketebalan lembaran, in (mm)

Allowance adalah rasio antara *clearance* dengan ketebalan lembaran yang besarnya ditentukan sesuai dengan jenis logam seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai *Allowance* untuk Tiga Kelompok Lembaran Pelat Logam

Metal Group	Allowance (a)
1100S and 5042S aluminium alloys, all tempers	0.045
2024ST and 1011ST aluminium alloys; brass, all tempers; soft cold-rolled steel, soft stainless steel	0.010
Cold-rolled steel, half-hard; stainless steel, half-hard and full-hard	0.075

Sumber: Ardian, 2012

Hasil pemotongan dari mesin *guillotine* ini dipengaruhi oleh kemiringan dan kelonggaran (suaian) antara kedua posisi pisau. Untuk mendapatkan hasil pemotongan yang baik terhadap pelat yang dipotong jarak kedua mata pisau harus sesuai dengan jenis pelat yang akan dipotong. Suaian mata pisau yang diizinkan menurut pengujian Feeler Gauges untuk baja dan kuningan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Suaian Mata Pisau yang Diizinkan

Tebal Pelat		Suaian Pisau			
inch	mm	inch	mm	inch	mm
0,015	0,381	0,0003	0,0075	0,0005	0,013
0,032	0,813	0,015	0,038	0,0018	0,064
0,065	1,651	0,020	0,051	0,0025	0,064
0,1	2,540	0,022	0,056	0,0030	0,076
0,125	3,175	0,030	0,076	0,0040	0,1
0,250	6,350	0,055	0,14	0,0070	10,18

Sumber: Yuniardi, 2011

2.2.6 Perkembangan Terkini Teknologi Pemotongan Pelat

Perkembangan teknologi yang berkembang pesat dalam bidang industri manufaktur juga menyentuh dalam proses pemotongan pelat lembaran, salah satu teknologi terkini dalam bidang pemotongan pelat lembaran adalah CNC *Plasma Cutter*. CNC *Plasma Cutter* adalah proses pembentukan dan pemotongan material pelat baik dari jenis baja ataupun besi. Proses pemotongan material pelat yang dulu menggunakan gaya geser dari *punch* dan *die*, dengan CNC *Plasma Cutter* pemotongan kerja menggunakan gas panas yang digunakan untuk memotong material kerja. Agar pemotongan material pelat menghasilkan bentuk dan ukuran yang diinginkan maka proses pemotongan dibantu oleh sistem komputasi yang disebut dengan *Computer Numerical Control* (CNC). Dibantu dengan sistem CNC, gas panas yang dipakai untuk pemotongan pelat dapat diatur sesuai dengan bentuk dan ukuran dari hasil akhir yang diinginkan. Gambar 2.9 menunjukkan salah satu bentuk mesin CNC *Plasma Cutter*.



Gambar 2.9 CNC *Plasma Cutter* (Sumber: Wikipedia, 2015)

2.3 *Mild Steel Plate*

Pelat yang dipakai sebagai bahan penelitian dalam tesis ini adalah *mild steel plate* yang merupakan hasil olahan dari bahan baku baja. Penggunaan pelat baja lembaran meliputi aplikasi-aplikasi sebagai berikut:

1. Konstruksi Umum dan Las, Pipa dan Tabung,
2. Komponen dan Rangka Otomotif,
3. Jalur Pipa untuk Minyak dan Gas,
4. *Casing & Tubing* Pipa Sumur Minyak,
5. Tabung Gas,
6. Baja Tahan Korosi Cuaca *Rerolling*,
7. Konstruksi Kapal *Boiler & Pressurized Container*.

2.4 *Linear Programming*

Program linear (*Linear Programming* yang disingkat LP) mungkin merupakan salah satu teknik operasional riset yang digunakan paling luas dan diketahui dengan baik. Kata “linear” berarti bahwa semua fungsi-fungsi matematis yang disajikan dalam model ini haruslah fungsi-fungsi linear. Sedangkan kata “programming” jangan dikacaukan dengan kalimat “*computer programming*”, seperti yang sering didengar dalam kehidupan sehari-hari, walaupun secara penggunaannya, keduanya seringkali dipakai untuk perencanaan (Mulyono, 2002).

Linear programming mencakup perencanaan kegiatan-kegiatan untuk mencapai suatu hasil yang “optimal”, yaitu suatu hasil yang mencerminkan tercapainya sasaran tertentu yang paling baik di antara alternatif-alternatif yang ada (Subagyo dkk., 2010). *Linear programming* dalam penerapannya banyak membantu menyelesaikan masalah ekonomi, industri, militer, sosial dan lain-lain (Zulfikarijah, 2004). *Linear Programming* berkaitan dengan penjelasan suatu dunia nyata sebagai suatu model matematis yang terdiri atas sebuah fungsi tujuan linear dan sistem kendala linear.

2.4.1 Formulasi Model *Linear Programming*

Masalah keputusan yang sering dihadapi seorang analis adalah alokasi optimum sumber daya yang terbatas. Sumber-sumber daya yang terbatas tersebut antara lain bisa berupa uang, tenaga kerja, ketersediaan bahan mentah, kapasitas produksi dari suatu mesin industri, waktu, ruangan atau pula keterbatasan dalam hal teknologi. Seorang analis mempunyai tugas mencapai hasil terbaik dengan keterbatasan yang ada. Hasil terbaik yang diinginkan biasanya ditunjukkan sebagai maksimasi dari beberapa ukuran seperti profit, penjualan dan kesejahteraan ataupun minimasi seperti pada biaya, waktu dan jarak.

Setelah masalah dapat identifikasi dan tujuan sudah ditetapkan, langkah selanjutnya adalah formulasi model matematis yang meliputi beberapa tahap sebagai berikut:

1. Menentukan variabel keputusan.
2. Membentuk fungsi tujuan yang ditunjukkan sebagai suatu hubungan linear dari variabel keputusan.
3. Menentukan semua kendala masalah tersebut dan mengekspresikan dalam persamaan atau pertidaksamaan yang juga merupakan hubungan linear dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumber daya.
4. Menentukan pembatas tanda. Pembatas tanda berfungsi untuk menjelaskan apakah variabel keputusannya berharga non-negatif, satu atau nol, ataupun kombinasi dari keduanya.

2.4.2 Model Umum *Linear Programming*

Model umum *linear programming* yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

$$\text{Optimasi (maks atau min) } Z = C_1.X_1 + C_2.X_2 + C_3.X_3 + \dots C_n.X_n \quad (2.2)$$

Fungsi kendala:

$$1. \quad a_{11}.X_1 + a_{12}.X_2 + a_{13}.X_3 + \dots + a_{1n}.X_n \leq b \quad (2.3)$$

$$2. \quad a_{21}.X_1 + a_{22}.X_2 + a_{23}.X_3 + \dots + a_{2n}.X_n \leq b_2 \quad (2.4)$$

$$\vdots$$

$$m. a_{m1}.X_1 + a_{m2}.X_2 + a_{m3}.X_3 + \dots + a_{mn}.X_n \leq b_m \quad (2.5)$$

dan

$$X_1; X_2; \dots X_n \geq 0$$

dimana:

Z = Nilai total dari kinerja yang dipakai.

X_j = Level dari aktivitas ($j=1,2,3,\dots,n$).

C_i = Peningkatan tiap unit level aktivitas j yang dapat meningkatkan nilai Z .

b_i = Jumlah sumber daya i yang tersedia untuk dialokasikan pada aktivitas-aktivitas yang ada ($i=1,2,\dots,m$).

a_{ij} = Jumlah sumber daya i yang dihabiskan oleh tiap unit aktifitas j .

2.5 Asumsi *Linear Programming*

Agar permasalahan *linear programming* yang akan dijalankan menjadi valid, maka model *linear programming* harus mempunyai asumsi-asumsi yang harus dipenuhi (Taha, 2007). Asumsi-asumsi yang harus dipenuhi tersebut antara lain:

a. *Proportionality*

Perubahan pada nilai fungsi tujuan dan penggunaan sumber daya adalah proporsional (sebanding) dengan perubahan kegiatan.

b. *Additivity*

Nilai tujuan dari setiap kegiatan bersifat *independent* atau tidak saling bergantung dan dalam *linear programming* dianggap bahwa kenaikan nilai tujuan yang diakibatkan oleh suatu kegiatan dapat langsung ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai kegiatan lain.

c. *Divisibility*

Penggunaan angka pecahan dalam *linear programming* diperbolehkan tetapi dengan ketentuan harus dibulatkan dengan menggunakan bilangan integer apabila hasil yang diinginkan bulat misal: manusia, jumlah produk jadi, dan sebagainya.

2.6 Solusi Optimal

Setelah model matematisnya terbentuk, maka langkah selanjutnya adalah menjalankan prosedur yang akan menghasilkan solusi optimal dari serangkaian solusi yang mungkin dari *problem* tersebut. Kumpulan solusi yang memenuhi semua fungsi batasan yang ada disebut *feasible solution* atau solusi yang layak, sebaliknya sekumpulan solusi yang terdapat satu atau lebih fungsi batasan yang dilanggar disebut solusi yang tak layak atau *infeasible solution*. Solusi optimal adalah *feasible solution* yang mengoptimalkan fungsi tujuan.

2.7 Integer Linear Programming

Salah satu asumsi teknik *Linear Programming* adalah *divisibility* atau *fractionality*, dengan kata lain setiap variabel model dapat terjadi pada semua nilai *non negative* dari suatu nilai solusi yang kontinu. Pada situasi keputusan tertentu, asumsi ini tidak realistis dan tak dapat diterima. Misalnya suatu solusi yang memerlukan 2,29 kapal selam dalam sebuah sistem pertahanan adalah tidak mempunyai makna yang praktis. Dalam kasus ini 2 atau 3 kapal selam harus disediakan (bukan 2,29). Masih banyak masalah lain dalam bidang industri dan bisnis yang memerlukan nilai bulat untuk variabel modelnya.

Integer programming adalah suatu *linear programming* dengan tambahan persyaratan bahwa semua atau beberapa variabel bernilai bulat non negatif. Ada banyak kasus dalam masalah *integer linear programming* yang membatasi variabel model bernilai nol atau satu. Dalam kasus demikian, pengambil keputusan hanya memiliki dua keputusan yaitu menerima atau menolak suatu usulan kegiatan. Penerimaan atau penolakan yang sifatnya parsial tak diperbolehkan. Jika variabel keputusan bernilai satu, kegiatan diterima dan jika variabel bernilai nol maka kegiatan ditolak (Mulyono, 2002).

Pada permasalahan *Integer Linear Programming* terdapat beberapa model antara lain:

1. *Pure Integer Programming*, yaitu jika semua variabel keputusan berbentuk integer.
2. *Mix Integer Programming*, yaitu jika beberapa variabel keputusan berbentuk integer.

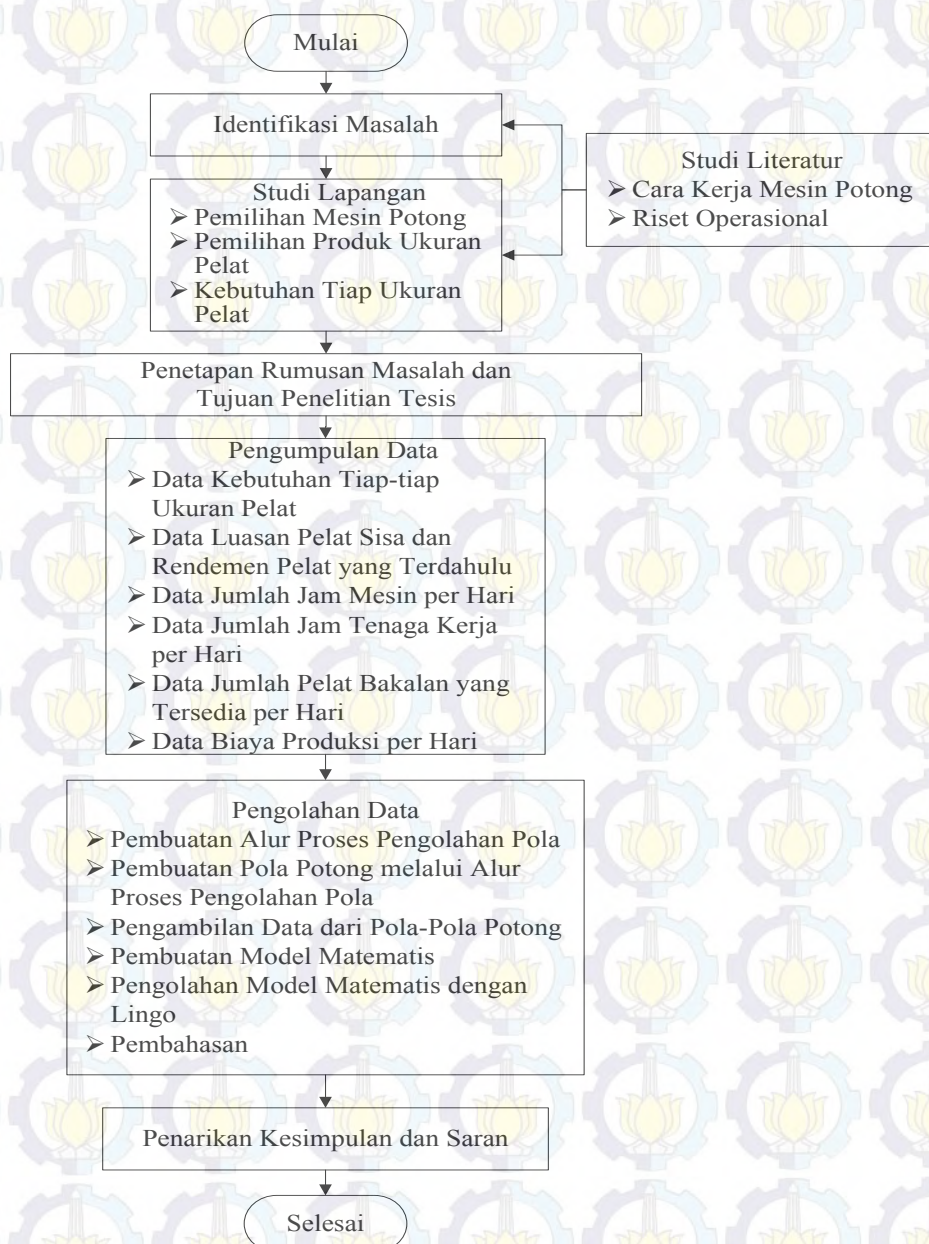
3. *Binary Integer Programming*, yaitu jika semua variabel keputusan berbentuk integer dan memiliki sepasang nilai 0 atau 1.



BAB III

METODE PENELITIAN

Agar penelitian tesis ini berjalan secara sistematis maka diperlukan suatu alur proses untuk menyelesaikan tesis ini. Untuk penentuan pola potong yang optimum diperlukan tahapan-tahapan seperti pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Alur Proses Penelitian

3.1 Posisi Penelitian

Posisi penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan antara suatu penelitian dengan penelitian sejenis yang sudah dilakukan sebelumnya. Adapun posisi penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Posisi Penelitian

No.	Penulis	Judul	Metode	Hasil
1.	Ida Agustina (2004)	Optimasi Pemotongan Kayu dengan Metode <i>Integer Linear Programming</i>	<i>Integer Linear Programming</i>	Model matematis yang diusulkan dalam tesis ini, diperoleh <i>waste</i> minimum seluas 1080370 mm ² dan persentase rendemen 57,7%
2.	Andri Sanjaya (2015)	Penentuan Pola Pemotongan Pelat Lembaran untuk Meinimalkan Pelat Sisa Pada PT. X dengan Metode <i>Integer Linear Programming</i>	<i>Integer Linear Programming</i>	

3.2 Tahap Identifikasi Masalah.

Tahap ini merupakan langkah awal dari proses penelitian tesis. Pada tahap ini dilakukan identifikasi pokok permasalahan yang akan diteliti. Identifikasi masalah dilakukan dengan pengamatan pada hasil pemotongan pelat di regu potong di perusahaan.

3.3 Tahap Studi Lapangan

Studi lapangan akan dilakukan dengan melakukan pemilihan mesin potong dan pelat ukuran mana yang akan dipakai dalam penelitian.

3.4 Tahap Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendalami bagaimana mesin potong itu bekerja dan mendalami konsep *Integer Linear Programming* dalam membuat keputusan yang optimum.

3.5 Tahap Penetapan Rumusan Masalah dan Tujuan Penelitian Tesis

Penetapan rumusan masalah dari tesis ini adalah bagaimana caranya mencari pola pemotongan pelat yang dapat meminimumkan sisa pelat. Saat ini PT. X masih belum menggunakan pola-pola pemotongan pelat yang sistematis yang bisa memenuhi kebutuhan dengan sisa pelat yang minimal.

Tujuan dari penelitian tesis ini adalah menentukan pola-pola pemotongan pelat dengan sisa pelat yang minimal tetapi tetap memenuhi jumlah permintaan ukuran pelat yang diminta.

3.6 Tahap Pengumpulan Data

Dalam tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang dibutuhkan untuk dapat dilakukan analisis yang tepat sehingga tujuan dari penelitian dapat tercapai.

Data yang dibutuhkan antara lain:

1. Tabel kebutuhan yang memuat ukuran-ukuran pelat yang akan dipotong: pada penelitian ini akan digunakan 4 macam ukuran pelat.
2. Tebal pelat yang tersedia: pada penelitian ini akan digunakan 1 ketebalan pelat yaitu pelat bakalan dengan tebal 3 mm.
3. Total luasan pelat sisa dan rendemen dari metoda pemotongan yang terdahulu.
4. Jumlah permintaan dari masing masing ukuran kebutuhan pelat.
5. Jumlah pelat dengan 1 macam ketebalan yang tersedia.
6. Jumlah mesin potong yang tersedia.
7. Jumlah tenaga kerja yang tersedia.

3.7 Tahap Pengolahan Data

Data-data yang sudah diperoleh dari tahapan pengumpulan data, kemudian diolah dengan menggunakan metode-metode yang ada. Adapun tahapan pengolahan data dalam tesis ini terdiri dari atas langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membuat Alur Proses Pengolahan Pola untuk pemotongan pelat.

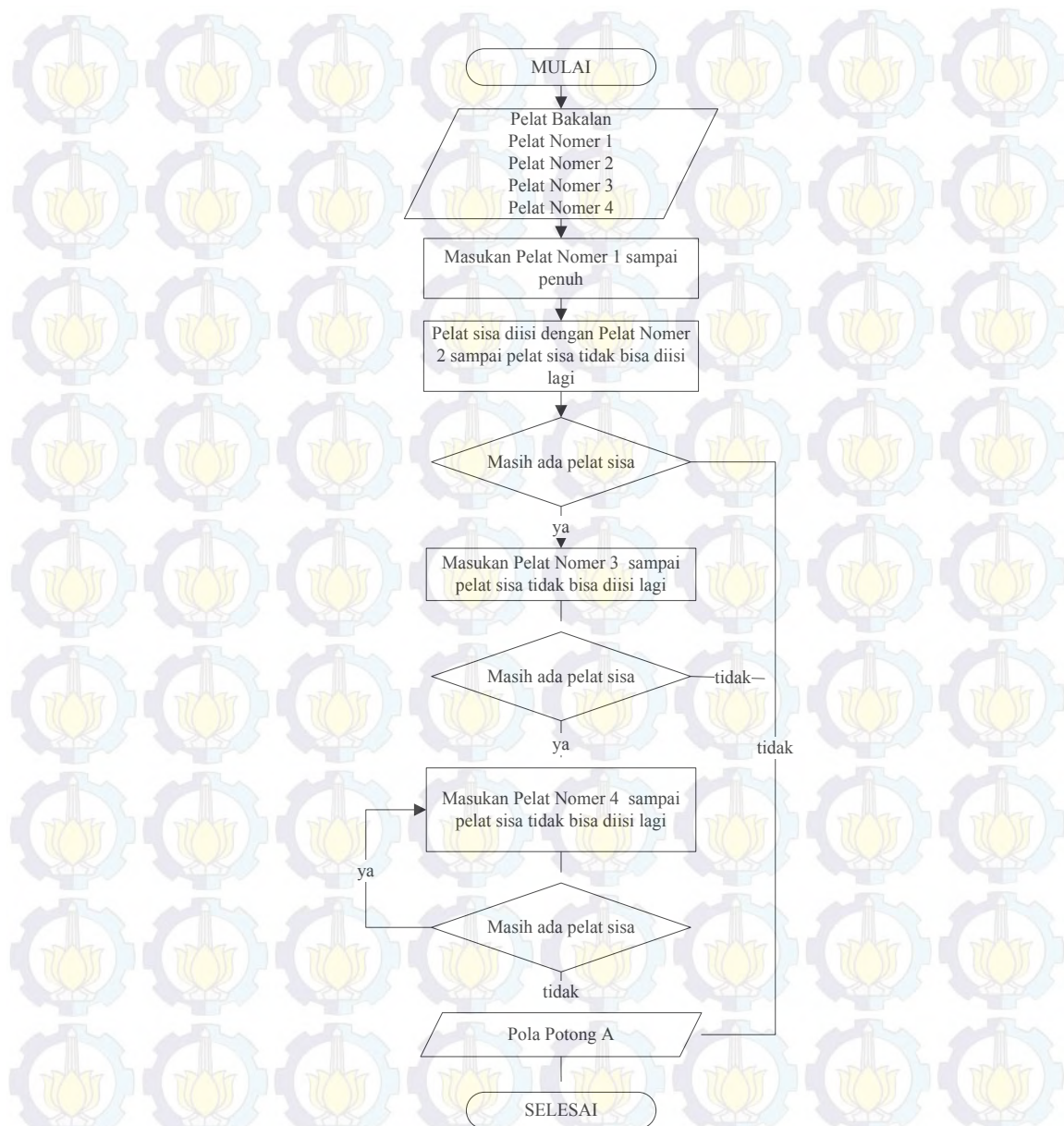
Alur proses pengolahan pola adalah sebuah langkah-langkah yang mempunyai peran sebagai generator dari pola-pola pemotongan pelat yang

akan dipakai dalam penelitian ini. Sebelum menjalankan alur proses ini ada beberapa urutan yang harus dilakukan sebagai berikut:

- a. Ukuran-ukuran pelat yang akan digunakan diurutkan dari terbesar sampai yang terkecil menurut ukuran luasnya.
- b. Pelat kemudian diberi nomor 1, 2, 3, dan 4 sesuai ukuran luasnya (1 untuk terbesar sampai dengan 4 untuk terkecil).
- c. Batasan: dalam satu pola hanya diperbolehkan maksimum 3 macam ukuran pelat, (kecuali ada sisa baru dimasuk pelat ke-4)

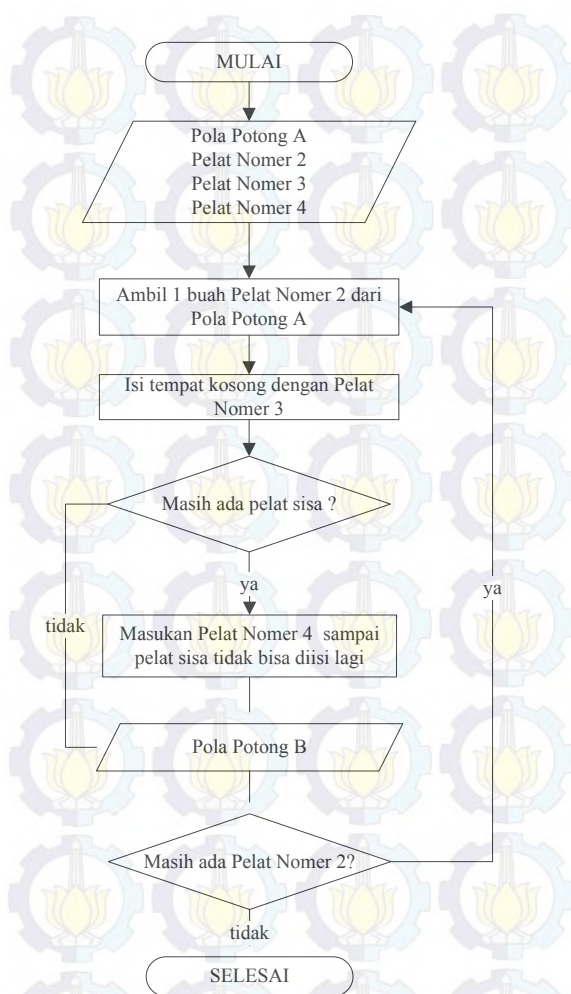
Alur proses pengolahan pola mempunyai enam sekuen alur proses pengolahan yang dikerjakan secara berurutan dari sekuen pertama sampai dengan sekuen keenam. Apabila sekuen pertama selesai menghasilkan pola-pola pemotongan pelat, maka dilanjutkan dengan sekuen kedua dari alur proses pengolahan pola, bila sekuen kedua selesai menghasilkan pola-pola pemotongan pelat maka dilanjutkan dengan sekuen ketiga, begitu seterusnya dilakukan sampai mencapai sekuen keenam dari alur proses pengolahan pola.

Sekuen pertama dari alur proses pengolahan pola ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut:

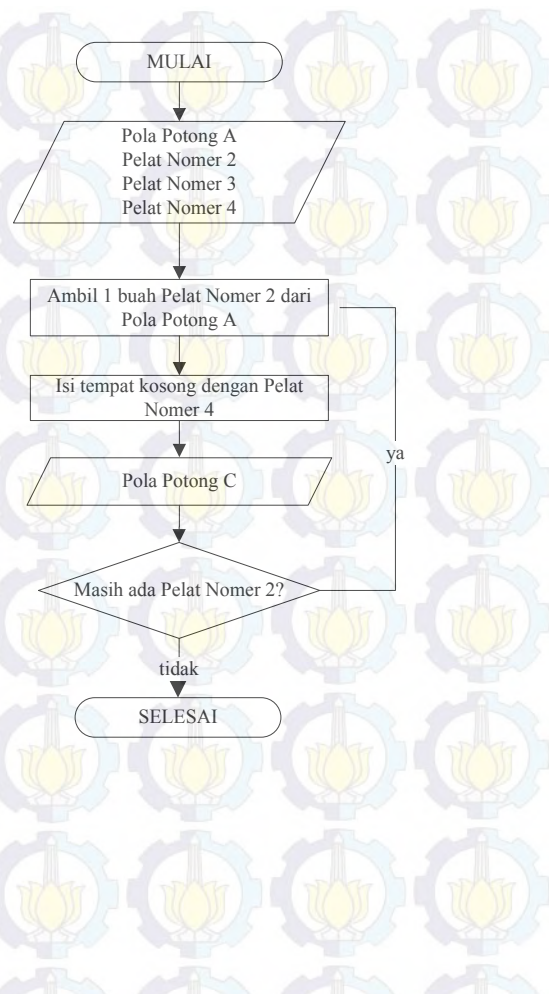


Gambar 3.2 Sekuen Pertama Alur Proses Pengolahan Pola

Dari sekuen pertama dari alur proses pengolahan pola dilanjutkan dengan sekuen kedua dari alur proses pengolahan pola yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 seperti berikut:

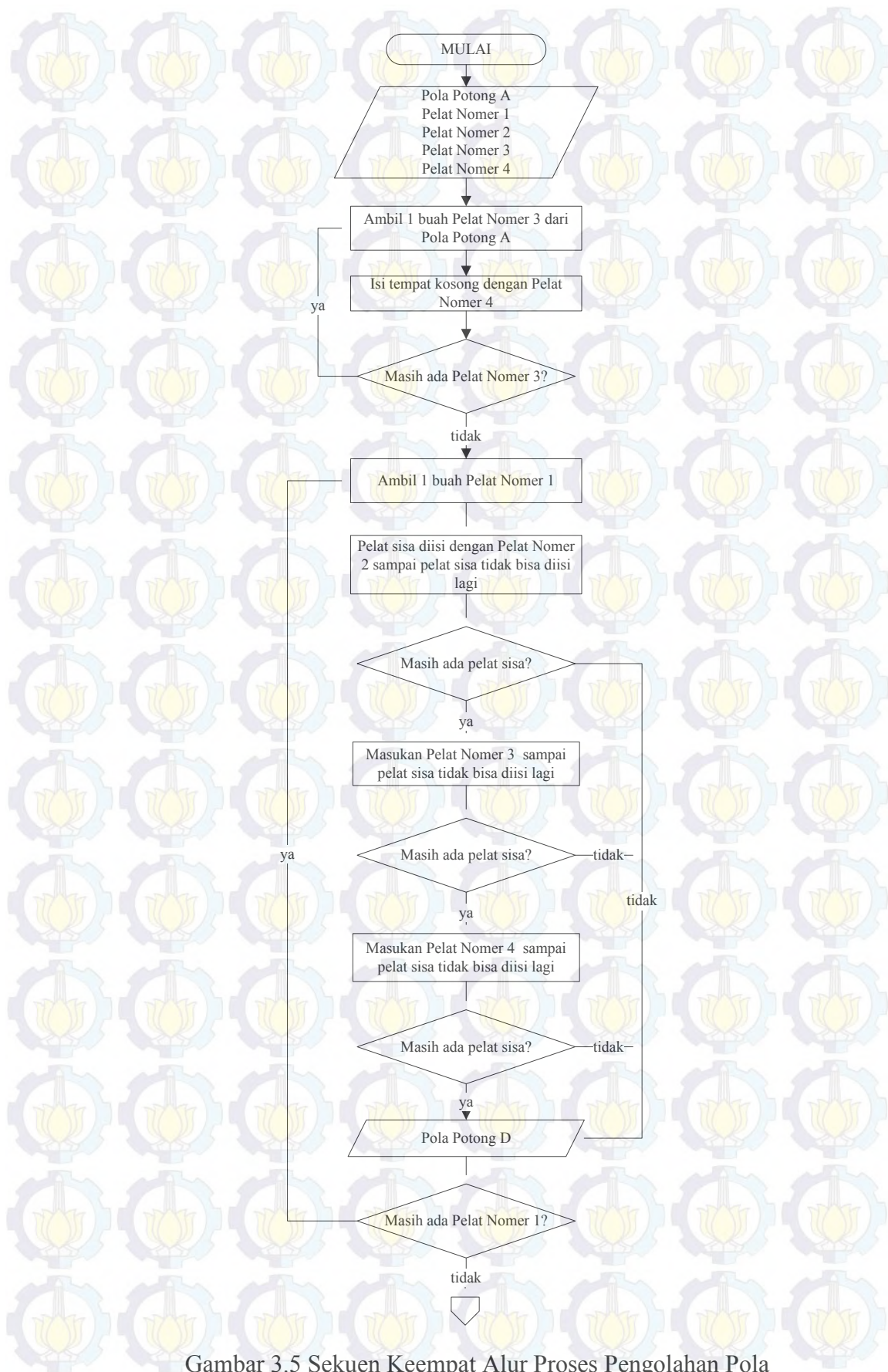


Gambar 3.3 Sekuen Kedua Alur Proses
Pengolahan Pola

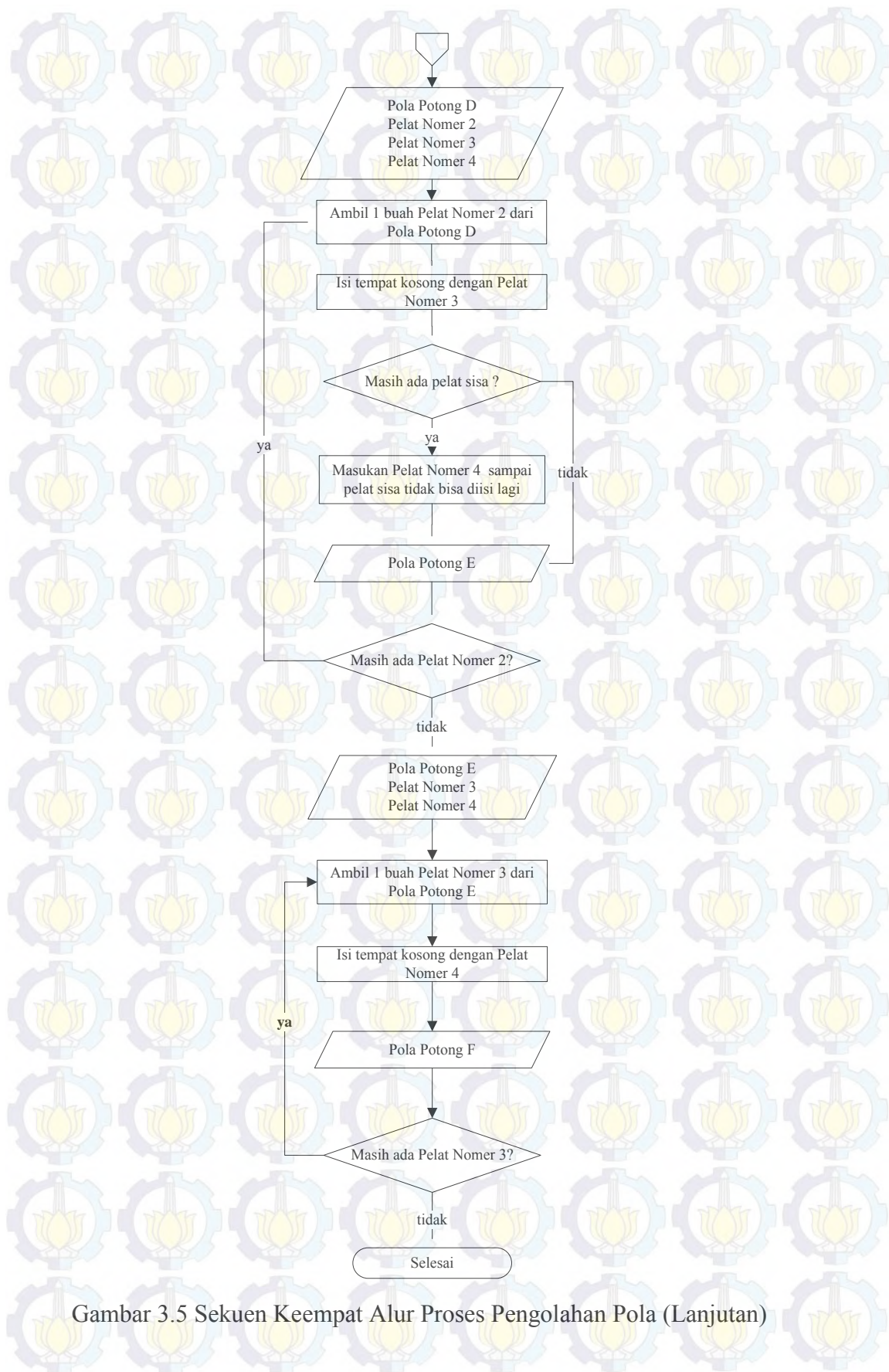


Gambar 3.4 Sekuen Ketiga Alur Proses
Pengolahan Pola

Kemudian dilanjutkan dengan sekuen ketiga dari alur proses pengolahan pola yang ditunjukkan pada Gambar 3.4, apabila sekuen ketiga selesai maka dilanjutkan dengan sekuen keempat dari alur proses pengolahan pola yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Sekuen Keempat Alur Proses Pengolahan Pola

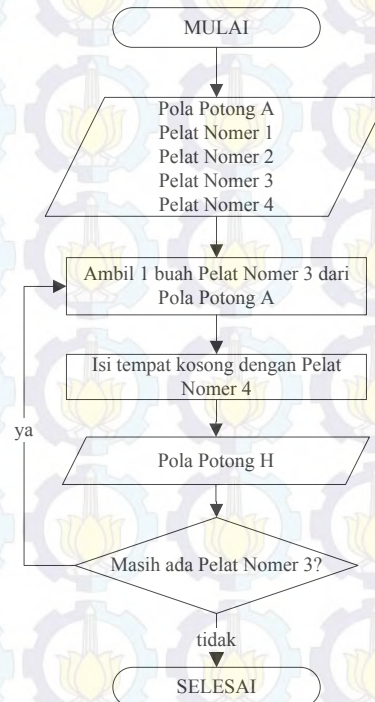


Gambar 3.5 Sekuen Keempat Alur Proses Pengolahan Pola (Lanjutan)

Setelah sekuen keempat dari alur proses pengolahan pola selesai maka dilanjutkan dengan sekuen kelima dari alur proses pengolahan yang ditunjukkan pada Gambar 3.6 dan kemudian dilanjutkan dengan sekuen keenam dari alur proses pengolahan pola yang ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.6 Sekuen Kelima Alur Proses Pengolahan Pola



Gambar 3.7 Sekuen Keenam Alur Proses Pengolahan Pola

2. Menjalankan Alur Proses Pengolahan Pola untuk menghasilkan pola-pola pemotongan pelat yang mungkin untuk memenuhi kebutuhan.

Dari pemakaian alur proses pengolahan pola ini maka akan didapatkan beberapa macam variasi pola-pola potong. Pola-pola potong ini memuat informasi seperti jumlah masing-masing ukuran pelat yang dihasilkan, waktu proses pemotongan dan sisa luasan dari hasil pemotongan dari pola yang tercipta. Informasi ini kemudian dimuat dalam tabel seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Notasi pada Proses Pemotongan

	Pola				Kebutuhan Pelat
	1	2	...	n	
Ukuran Pelat 1	B_{11}	B_{12}	...	B_{1n}	Q_1
Ukuran Pelat 2	B_{21}	B_{22}	...	B_{2n}	Q_2
Ukuran Pelat 3	B_{31}	B_{32}	...	B_{3n}	Q_3
Ukuran Pelat 4	B_{41}	B_{42}	...	B_{4n}	Q_4
Pelat Sisa (mm^2)	A_1	A_2	...	A_n	
Waktu Setting (menit)	W_1	W_2	...	W_n	
Waktu Potong (menit)	T_1	T_2	...	T_n	
Biaya Proses (Rupiah)	P_1	P_2	...	P_3	
Jumlah bakalan yang dipotong	X_1	X_2	...	X_n	

3. Membuat Model Matematis dari Masalah.
4. Mencari Solusi Optimal dari Model yang Ada dengan Bantuan *Software* Lingo 11.

3.8 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini dilakukan penarikan kesimpulan dari keseluruhan rangkaian penelitian yang sudah dicapai dan pemberian saran terhadap perusahaan maupun penelitian yang akan datang.

3.9 Model Matematis Dalam Penelitian

Adapun model matematis yang digunakan dalam penelitian tesis ini terbagi atas dua fungsi, yang pertama adalah fungsi tujuan dan yang kedua adalah fungsi kendala yang akan diurai sebagai berikut.

3.9.1. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan dari tesis ini adalah meminimumkan jumlah pelat sisa yang dihasilkan pada pemotongan suatu pelat melalui pola-pola yang telah dibuat.

Tujuan ini dapat diekspresikan ke dalam fungsi matematis sebagai berikut:

Minimalkan:

$$Z = A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 + \dots A_n \cdot X_n \quad (3.1)$$

dengan:

A_1 = Luas sisa pemotongan pelat dengan pola potong 1 ($\text{mm}^2/\text{lembar}$).

X_1 = Jumlah pelat bakalan yang akan dipotong dengan pola potong 1, yaitu pola yang menghasilkan sebanyak B_{11} ukuran pelat 1, sebanyak B_{21} ukuran pelat 2, sebanyak B_{31} ukuran pelat 3 dan sebanyak B_{41} ukuran pelat 4, dengan luas sisa potongan sebesar $A_1 \text{ mm}^2$ (lembar/hari).

A_2 = Luas sisa pemotongan pelat dengan pola potong 2 ($\text{mm}^2/\text{lembar}$).

X_2 = Jumlah pelat bakalan yang akan dipotong dengan pola potong 2, yaitu pola yang menghasilkan sebanyak B_{12} ukuran pelat 1, sebanyak B_{22} ukuran pelat 2, sebanyak B_{32} ukuran pelat 3 dan sebanyak B_{42} ukuran pelat 4, dengan luas sisa potongan sebesar $A_2 \text{ mm}^2$ (lembar/hari).

Dan demikian seterusnya.

Secara umum persamaan fungsi obyektif bisa dituliskan sebagai:

Minimalkan:

$$Z = \sum_{j=1}^n A_j \cdot X_j \quad (3.2)$$

dengan:

A_j = Luas sisa pemotongan pelat dengan pola potong j ($\text{mm}^2/\text{lembar}$).

X_j = Jumlah pelat bakalan yang akan dipotong dengan pola potong j per hari (lembar/hari).

3.9.2. Fungsi Kendala

Fungsi kendala adalah suatu fungsi yang memberikan batasan terhadap nilai-nilai yang diberikan pada variabel keputusan. Fungsi-fungsi kendala yang terdapat pada model ini adalah sebagai berikut:

1. Batasan kebutuhan masing-masing ukuran pelat.

$$\sum_{j=1}^n B_{ij} \cdot X_j \geq Q_i \quad i = 1,2,3,4 \quad (3.3)$$

dengan:

B_{ij} = Jumlah produk pelat ukuran i yang didapat dengan pola potong j (potong/lembar).

Q_i = Jumlah kebutuhan untuk produk pelat ukuran i (potong/hari).

Dalam penelitian ini akan ditentukan metode pemotongan untuk menghasilkan 4 macam produk pelat dengan ukuran yang berbeda.

2. Batasan pada waktu mesin per hari.

Jumlah waktu mesin yang digunakan untuk memotong pelat dengan semua pola potong j harus memenuhi waktu mesin yang ada dalam satu hari. Waktu mesin disini adalah waktu potong yang digunakan untuk memotong pola potong j .

$$\sum_{j=1}^n T_j \cdot X_j \leq Y \quad (3.4)$$

dengan:

T_j = Waktu potong yang dipakai untuk memotong pelat dengan pola potong j (menit/lembar).

Y = Waktu mesin yang tersedia per hari.

3. Batasan pada jam operator setting dan pemotongan.

Jumlah waktu proses yang digunakan untuk mengeset dan memotong pelat harus memenuhi jam operator yang tersedia dalam satu hari. Sesuai dengan tingkat kesulitan pekerjaan, jumlah operator untuk

mengeset dan memotong pelat berbeda satu dengan yang lain. Dengan demikian waktu yang tersedia juga berbeda.

Kendala yang terkait dengan waktu pengesetan bisa dituliskan sebagai:

$$\sum_{j=1}^n W_j \cdot X_j \leq L \quad (3.5)$$

dengan:

W_j = Jumlah *man-hour* yang dibutuhkan untuk mengeset pelat yang akan dipotong dengan pola potong j (*man-hour/lembar*). Waktu diperoleh dengan mengalikan jumlah orang dan waktu yang dibutuhkan untuk sekali mengeset pelat.

L = Jumlah *man-hour* yang tersedia untuk proses pengesetan. Diperoleh dari jumlah karyawan pengesetan dan lama waktu bekerja per hari (*man-hour/hari*).

Kendala yang terkait dengan waktu pemotongan bisa dituliskan sebagai:

$$\sum_{j=1}^n R_j \cdot X_j \leq K \quad (3.6)$$

dengan:

R_j = Jumlah *man-hour* yang dibutuhkan untuk memotong pelat yang akan dipotong dengan pola potong j (*man-hour/lembar*). Waktu ini diperoleh dari hasil perkalian jumlah orang dan waktu yang dibutuhkan untuk sekali pemotongan.

K = Jumlah *man-hour* yang tersedia untuk proses pemotongan. Diperoleh dari jumlah karyawan pemotongan dan lama waktu bekerja per hari (*man-hour/hari*).

4. Batasan pada jumlah pelat per harian.

Jumlah pelat yang akan dipotong dengan berbagai pola potong per hari harus lebih kecil dari jumlah pelat yang tersedia.

$$\sum_{j=1}^n X_j \leq N \quad (3.7)$$

dengan:

N = Jumlah pelat yang dapat disuplai per hari.

5. Batasan anggaran biaya produksi per hari.

Biaya proses pengesetan dan pemotongan harus memenuhi anggaran produksi dalam satu hari.

$$\sum_{j=1}^n P_j \cdot X_j \leq C \quad (3.8)$$

dengan:

P_j = Biaya proses pengesetan dan pemotongan pelat dengan pola potong j (rupiah per lembar).

C = Jumlah anggaran produksi yang tersedia per hari.

6. Batasan pada jumlah pola potong yang bisa digunakan per hari.

Jumlah total pola potong yang dilakukan dalam sehari jangan lebih besar dari ketentuan jumlah pola potong maksimal.

$$X_j - U \cdot B_j \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad (3.9)$$

$$\sum_{j=1}^n B_j \leq S \quad (3.10)$$

dengan:

U = Bilangan menjamin persamaan $3.9 \leq 0$ untuk harga $X_j > 0$. Bisa dimasukkan angka perkiraan total pola potong yang bisa dihasilkan dalam satu hari.

B_j = Bilangan biner yang berharga 1 apabila pola potong j dipakai.

S = Jumlah total pola potong maksimal yang ditentukan per hari.



BAB IV

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS HASIL

Pada bab ini akan dijelaskan proses produksi pabrik mesin pertanian, tahapan proses pengumpulan data, pengolahan data dengan metode *Integer Linear Programming* dan analisis hasil pengolahan data.

4.1 Proses Produksi Pabrik Mesin Pertanian

Proses produksi pada pabrik mesin pertanian secara umum akan melibatkan beberapa tahapan sebagai berikut:

4.1.1 Tahap Penyimpanan

Bahan baku yang akan digunakan untuk membuat sebuah mesin pertanian seperti pelat lembaran, besi lonjoran, baik yang mempunyai profil siku, profil U, maupun profil bundar, serta bahan cor disimpan dalam sebuah gudang. Pelat lembaran diletakan pada gudang sesuai dengan urutan tebalnya agar memudahkan saat pemindahan ke regu potong.

4.1.2 Tahap Pemotongan

Pelat yang akan dipotong oleh regu potong, dipindahkan dari gudang dengan menggunakan *forklift*. Jumlah pelat yang diambil dari gudang disesuaikan dengan jumlah permintaan. Jumlah ini sesuai dengan rencana pemotongan untuk memenuhi permintaan pelat-pelat dalam berbagai ukuran sesuai order bagian perencanaan. Pelat yang hendak dipotong kemudian diletakan di atas meja atau rak yang berada di depan mesin potong *guillotine*.

Proses pemotongan sebuah pelat lembaran menjadi berbagai macam variasi ukuran pelat yang dikehendaki melibatkan beberapa tahapan yang harus dipenuhi. Sebelum dipotong, rencana pola pemotongan pelat harus ditentukan oleh operator pengesetan pelat. Pengesetan pelat adalah proses penggambaran pola pemotongan pelat yang akan dipakai sebagai pedoman oleh operator pemotongan. Pelat

lembaran yang telah di *setting* kemudian ditarik dari meja dan diletakkan pada meja mesin potong. Sesuai dengan pengaturan pemotongan yang dikehendaki, pelat akan dipotong sampai jumlah dari ukuran pelat yang diinginkan tercapai. Pemilihan mesin potong disesuaikan dengan ukuran pelat yang diinginkan.

Jumlah tenaga operator regu potong per mesin potong yang disiapkan untuk melakukan tahapan-tahapan tadi minimal sebanyak tiga orang yang terdiri dari dua orang operator potong yang berada di depan mesin potong dan satu orang berada di belakang mesin potong untuk menerima hasil pemotongan dan menyusun hasil potongan sesuai pelat ukuran. Hasil dari mesin potong ini berupa pelat dengan ukuran yang telah diatur pada mesin potong. Pelat ukuran ini kemudian ditata pada sebuah palet untuk kemudian dikirim ke regu proses lain untuk proses berikutnya.

4.1.3 Tahap *Punching*

Untuk membentuk sebuah komponen dari mesin pertanian yang akan dirakit, maka pelat ukuran yang telah dipotong dalam jumlah yang dikehendaki pada tahap sebelumnya dibawa ke mesin *punching*. Pada tahap ini pelat yang telah dipotong diletakkan pada mesin *punch* untuk dibentuk menjadi profil yang diinginkan dari sebuah komponen atau *sub* komponen dari mesin pertanian yang akan dikerjakan. Hasil pekerjaan dari regu *punch* ini tidak selalu bisa langsung digunakan namun ada beberapa komponen atau *sub* komponen yang harus di *punch* beberapa kali lagi untuk bisa memperoleh bentuk profil yang diinginkan.

4.1.4 Tahap *Power Press*

Bentuk dari komponen atau *sub* komponen pada mesin pertanian tidak selalu berupa lembaran tetapi sebagian komponen tersebut diminta berbentuk tekukan dalam berbagai variasi sudut. Tahap *power press* ini bertujuan untuk menekuk pelat dari hasil proses potong ataupun dari hasil proses *punch*.

4.1.5 Tahap Pengeboran

Tahap pengeboran bertujuan untuk membuat lubang yang berguna pada proses perakitan atau penyatuan antar komponen atau *sub* komponen pada proses pengelasan atau juga proses perakitan.

4.1.6 Tahap Permesinan

Tahap permesinan dikerjakan pada komponen atau *sub* komponen yang terbuat dari bahan cor, pipa baja, dan besi lonjoran. Proses permesinan yang dilakukan bisa meliputi proses *milling*, bubut, atau sekrap. Untuk komponen dan *sub* komponen yang terbuat dari bahan cor, pekerjaan pada tahap permesinan ini bertujuan untuk menghaluskan dan mencapai bentuk yang diharapkan, sedang untuk bahan seperti pipa ataupun besi lonjoran, proses permesinan lebih difokuskan pada upaya membuat sebuah komponen ataupun melakukan proses *finishing* pada komponen yang telah jadi.

4.1.7 Tahap Pengelasan

Proses penyambungan antar *sub* komponen satu dengan *sub* komponen lainnya untuk menjadi sebuah komponen utuh.

4.1.8 Tahap Pencucian

Selama proses pengerjaan pelat menjadi sebuah komponen atau *sub* komponen, terdapat noda minyak hasil dari proses sebelumnya, noda minyak ini harus dihilangkan sebelum komponen memasuki tahapan pengecatan. Tujuannya agar hasil pengecatan dapat merekat dengan baik dan tidak mengelupas.

4.1.9 Tahap *Priming*, Dempul dan Pengecatan

Dalam tahapan ini semua komponen yang sudah dibersihkan akan dikenakan perlakuan *priming*. *Priming* adalah pemberian cat dasar pada komponen agar cat utama yang akan diaplikasikan tidak cepat mengelupas dan serta memudahkan komponen untuk di dempul.

Setelah komponen mendapat perlakuan *primer*, maka komponen didempul untuk meratakan bagian yang tidak rata, hasil pendempulan diratakan dengan

hand sander. Jika proses pendempulan ternyata tidak rata, maka proses pendempulan akan diulang kembali; hal ini mengingat bahwa hasil pendempulan akan berpengaruh terhadap hasil pengecatan pada tahap selanjutnya.

Komponen yang sudah di-*primer* dan didempul akan dicat sesuai dengan warna yang telah ditentukan pada tiap jenis mesin yang diproduksi. Komponen hasil pengecatan kemudian akan ditempatkan pada area pengeringan untuk mendapatkan kualitas pengecatan yang baik.

4.1.10 Tahap Perakitan

Pada tahapan ini komponen dirakit menjadi sebuah mesin. Mesin yang telah dirakit akan diperlakukan pengujian agar mengetahui apakah seluruh komponen yang dirakit bisa bekerja sesuai rancangan yang telah dibuat.

4.1.11 Tahap *Finishing*

Mesin yang sudah dirakit kemudian dimasukan pada lokasi *finishing* yang bertujuan melengkapi mesin yang telah dirakit dengan berbagai barang pelengkap. Pada tahapan ini permukaan hasil pengecatan yang mungkin rusak akibat proses perakitan akan diperbaiki kembali. Mesin kemudian dipak dengan plastik dan siap untuk dikemas dan dikirim.

4.2 Pengumpulan Data

Untuk menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming*, maka terlebih dahulu perlu untuk mengubah permasalahan yang ada menjadi suatu bentuk matematis. Bentuk matematis ini juga diperlukan agar persoalan yang ada dapat diselesaikan dengan menggunakan bantuan *Software Lingo 11*.

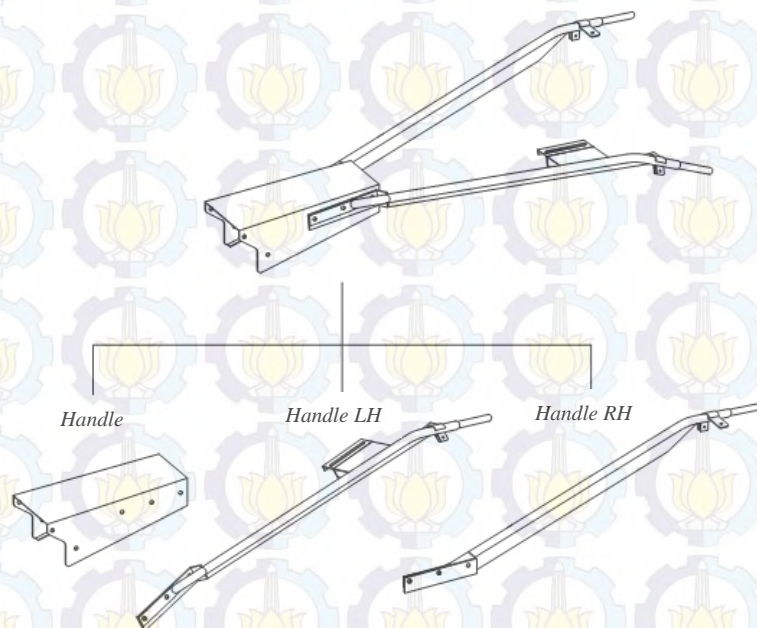
4.2.1 Penentuan pola potong pada lembaran pelat bakalan.

Sebelum penyelesaian masalah dapat dianalisis lebih lanjut, maka terlebih dahulu akan dibuat kemungkinan pola pemotongan pada pelat lembaran bakalan yang berbeda agar dapat diketahui kemungkinan-kemungkinan pola pemotongan pelat yang akan meminimumkan sisa pemotongan pelat. Pola-pola pemotongan

pelat tersebut nantinya juga akan menjadi dasar perhitungan untuk tarif tenaga kerja, baik untuk tenaga kerja karyawan pengaturan pelat yang akan dipotong dan tenaga kerja karyawan pemotongan pelat serta penentuan tarif mesin untuk memotong satu pola potong. Pola pemotongan pelat yang dibuat ini, berbeda dengan pola potong yang dilakukan oleh perusahaan sekarang di mana letak perbedaannya adalah pada cara penentuan jenis pelat-pelat ukuran yang akan dipotong pada satu pelat bakalan.

Untuk lebih jelasnya mengenai bagaimana pola potong yang digunakan dalam penelitian ini maka akan dibuatkan kemungkinan pola-pola pemotongan pelat yang akan digunakan.

Pembuatan pola-pola pemotongan pelat berdasarkan pada permintaan berbagai pelat-pelat ukuran yang dipesan dari bagian perencanaan ke bagian pemotongan. Data pelat-pelat ukuran ini diambil dari daftar kebutuhan material pada sebuah mesin pertanian yang diproduksi. Sebuah mesin pertanian yang mempunyai hubungan antar mekanisme biasanya tersusun atas dari beberapa macam komponen. Komponen-komponen ini kemudian dirakit menjadi satu menjadi sebuah mesin pertanian. Salah satu komponen dari sebuah mesin pertanian yang dipakai dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 4.1.

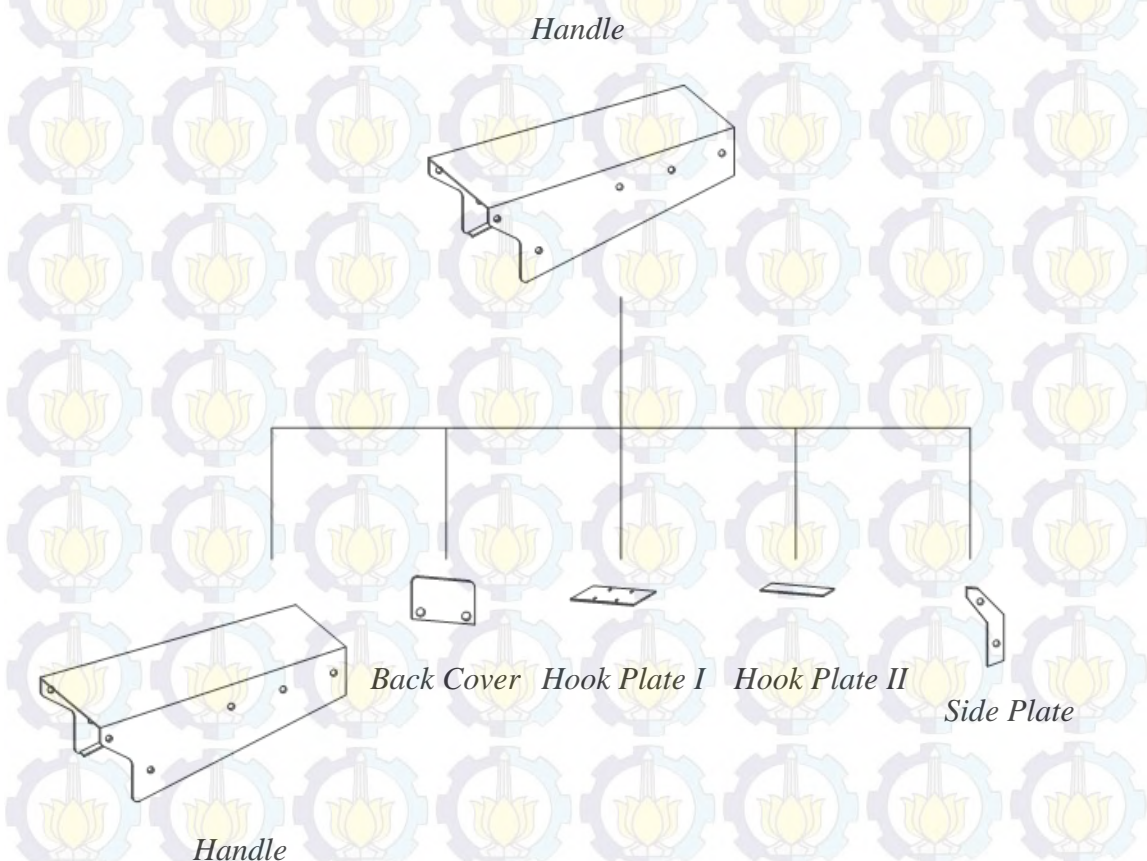


Gambar 4.1 *Frame Handle* Sebuah Traktor

Pada Gambar 4.1. bisa dilihat bahwa *Frame Handle* dari suatu mesin pertanian ini tersusun dari komponen-komponen yang dirangkai menjadi satu bagian. Pada penelitian ini diambil salah satu komponen yaitu *Handle* (gambar kiri bawah pada Gambar 4.1).

Pemilihan komponen *Handle* ini didasarkan pada fakta bahwa komponen *Handle* mempunyai *sub* bagian disamping luas permukaan pelat ukuran yang lebih besar serta lebih banyak menggunakan material pelat lembaran bila dibandingkan dengan *Handle LH* atau *Handle RH* seperti dalam Gambar 4.1.

Komponen *Handle* ini terdiri dari beberapa *sub* komponen yang dapat dilihat dalam Gambar 4.2, serta *Bill of Material* dari komponen *Handle* dapat dilihat pada Tabel 4.1.



Gambar 4.2 *Bill of Material* dari Komponen *Handle*

Tabel 4.1 *Bill of Material* dari Komponen *Handle*

No	Komponen	Sub Komponen	Q/U	Unit	Dimensi $p \times l \times t$ (mm)
1	<i>Handle</i>	<i>Handle</i>	1	bh	600 x 502 x 3
2	<i>Handle</i>	<i>Back Cover</i>	1	bh	144 x 97 x 3
3	<i>Handle</i>	<i>Hook Plate I</i>	1	bh	144 x 60 x 3
4	<i>Handle</i>	<i>Hook Plate II</i>	2	bh	144 x 40 x 3
5	<i>Handle</i>	<i>Side Plate</i>	2	bh	185 x 125 x 2

4.2.1.1 Penentuan Pola Potong

Untuk dapat menyelesaikan rumusan masalah dalam penelitian ini maka diperlukan pola-pola pemotongan pelat yang diperkirakan dapat memenuhi kebutuhan serta mampu meminimalkan pelat sisa hasil potong.

Pola-pola pemotongan pelat yang dipakai dalam penelitian ini dihasilkan melalui Alur Proses Pengolahan Pola, Alur Proses Pengolahan Pola sebagaimana yang telah dijelaskan dalam Bab III adalah sebuah cara yang bertindak sebagai pengolah pola-pola pemotongan pelat dari data yang disajikan pada Tabel 4.1.

Sebelum mengolah data pada Tabel 4.1 ada beberapa tahapan yang harus dilalui terlebih dahulu, agar data pada tabel tersebut dapat berjalan pada Alur Proses Pengolahan Pola, beberapa tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

- Ukuran-ukuran pelat yang akan digunakan diurutkan dari terbesar sampai yang terkecil menurut ukuran luasnya.
- Pelat kemudian diberi Nomer 1, 2, 3, dan 4 sesuai ukuran luasnya (1 untuk terbesar sampai dengan 4 untuk terkecil).
- Batasan: dalam satu pola hanya diperbolehkan maksimum 3 macam ukuran pelat. (Kecuali ada sisa baru dimasukkan pelat ke-4).

Melalui tahapan-tahapan tersebut, maka data yang siap dipakai pada Alur Proses Pengolahan Pola adalah seperti yang disajikan pada Tabel 4.2 seperti berikut:

Tabel 4.2 Data Jenis Pelat yang Dipotong

No	Jenis Produk Pelat	Dimensi $p \times l \times t$ (mm)	Pengurutan Pelat
1	Ukuran Pelat1	600 x 502 x 3	Pelat Nomer 1
2	Ukuran Pelat 2	144 x 97 x 3	Pelat Nomer 2
3	Ukuran Pelat 3	144 x 60 x 3	Pelat Nomer 3
4	Ukuran Pelat 4	144 x 40 x 3	Pelat Nomer 4

Dari Tabel 4.2 bisa dilihat beberapa ukuran pelat yang siap untuk disusun menjadi pola-pola pemotongan pelat pada pelat bakalan. Ukuran pelat bakalan yang dipakai dalam penelitian ini adalah pelat bakalan dengan ukuran 2.400 x 1.200 x 3 mm.

Setelah data dari ukuran-ukuran pelat yang akan digunakan pada Alur Proses Pengolahan Pola telah tersedia, maka keempat ukuran-ukuran pelat yang telah ada siap untuk digunakan pada Alur Proses Pengolahan Pola.

Dari sekuen pertama alur proses pengolahan pola menghasilkan pola pemotongan pelat yang diberi label dengan Pola Potong 01 seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.3.

Kemudian dilanjutkan dengan sekuen kedua dari alur proses pengolahan pola. Dari sekuen kedua ini didapatkan pola-pola pemotongan pelat yang diberi label dari Pola Potong 02 (seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.4) sampai dengan Pola Potong 33 (seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.5). Untuk Pola Potong 03 sampai dengan Pola Potong 32 dapat dilihat lengkap pada Lampiran 2.

Setelah sekuen kedua selesai menghasilkan pola-pola pemotongan pelat, maka dilanjutkan pada sekuen ketiga dari alur proses pengolahan pola. Dari sekuen ketiga alur proses pengolahan pola maka didapat pola-pola pemotongan pelat yang diberi label dengan Pola Potong 34 (seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.6) sampai dengan Pola Potong 65 (seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.7). Untuk Pola Potong 35 sampai dengan Pola Potong 64 dapat dilihat lengkap pada Lampiran 2.

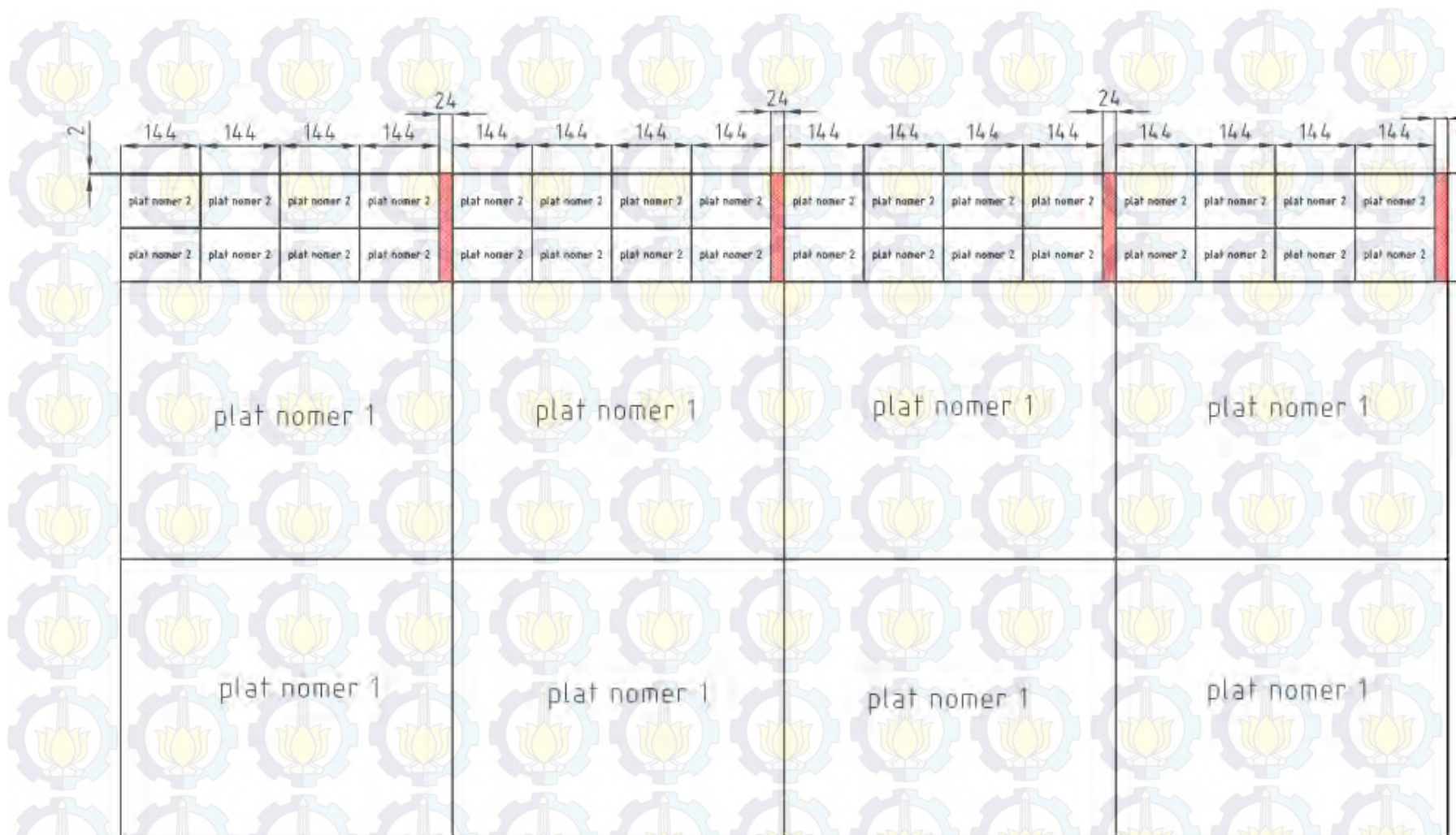
Kemudian dilanjutkan pada sekuen keempat dari alur proses pengolahan pola. Dari sekuen keempat alur proses pengolahan pola ini diperoleh pola-pola

pemotongan pelat. Pola-pola pemotongan pelat ini diberi label dari Pola Potong 66 (seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.8) sampai dengan Pola Potong 73 (seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.9). Untuk Pola Potong 67 sampai dengan Pola Potong 72 dapat dilihat lengkap pada Lampiran 2.

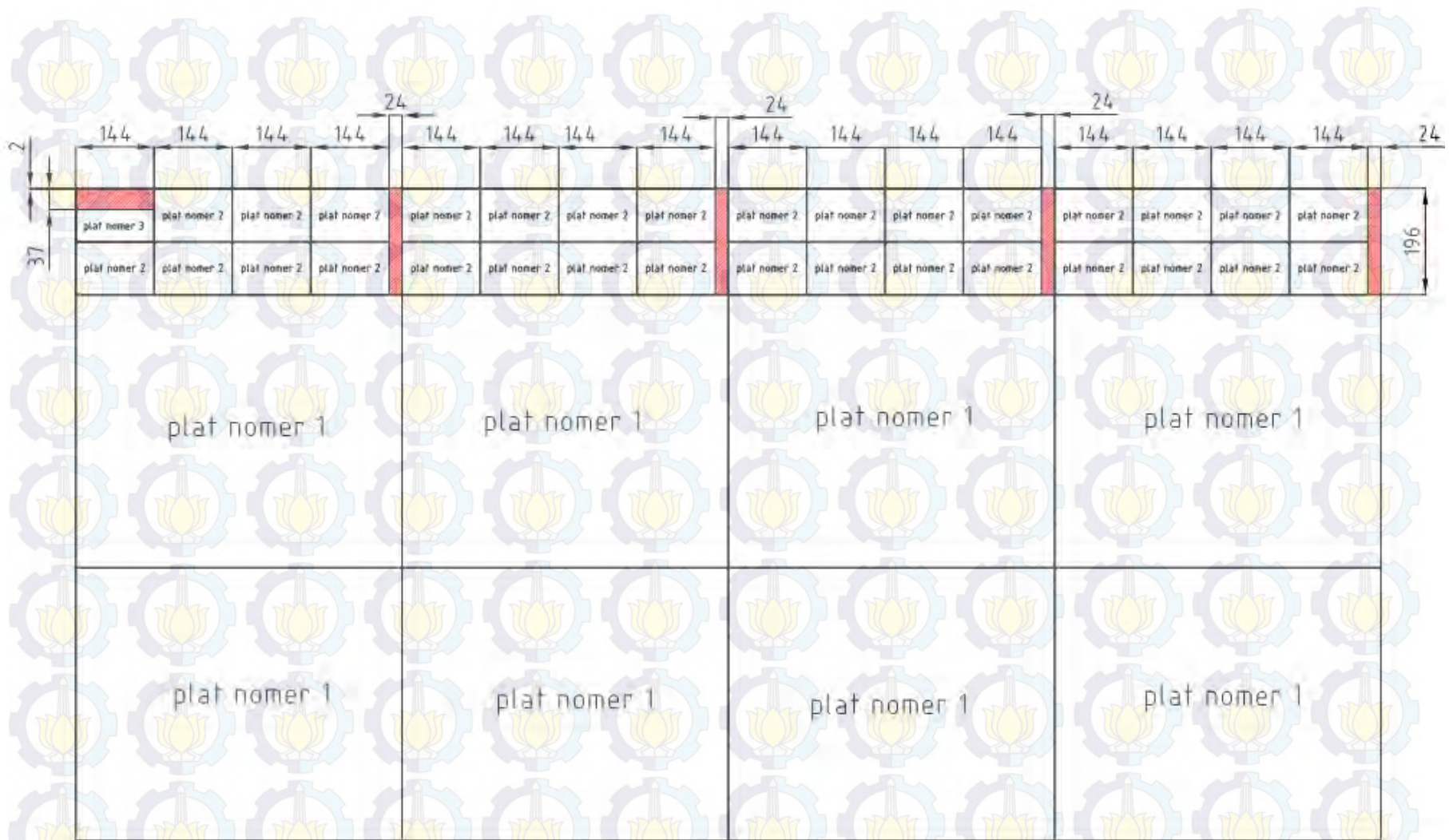
Pada pengulangan sekuen keempat alur proses pengolahan pola ini kembali menghasilkan pola-pola pemotongan pelat yang kemudian diberi label dengan Pola Potong 74 (seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.10) sampai dengan Pola Potong 265 (seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.11). Untuk Pola Potong 75 sampai dengan Pola Potong 264 dapat dilihat lengkap pada Lampiran 2.

Pengulangan sekali lagi dari sekuen keempat alur proses pengolahan pola kembali memberikan pola-pola pemotongan yang diberi label dengan Pola Potong 266 (seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.12) sampai dengan Pola Potong 457 (seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.13). Untuk Pola Potong 267 sampai dengan Pola Potong 456 dapat dilihat lengkap pada Lampiran 2.

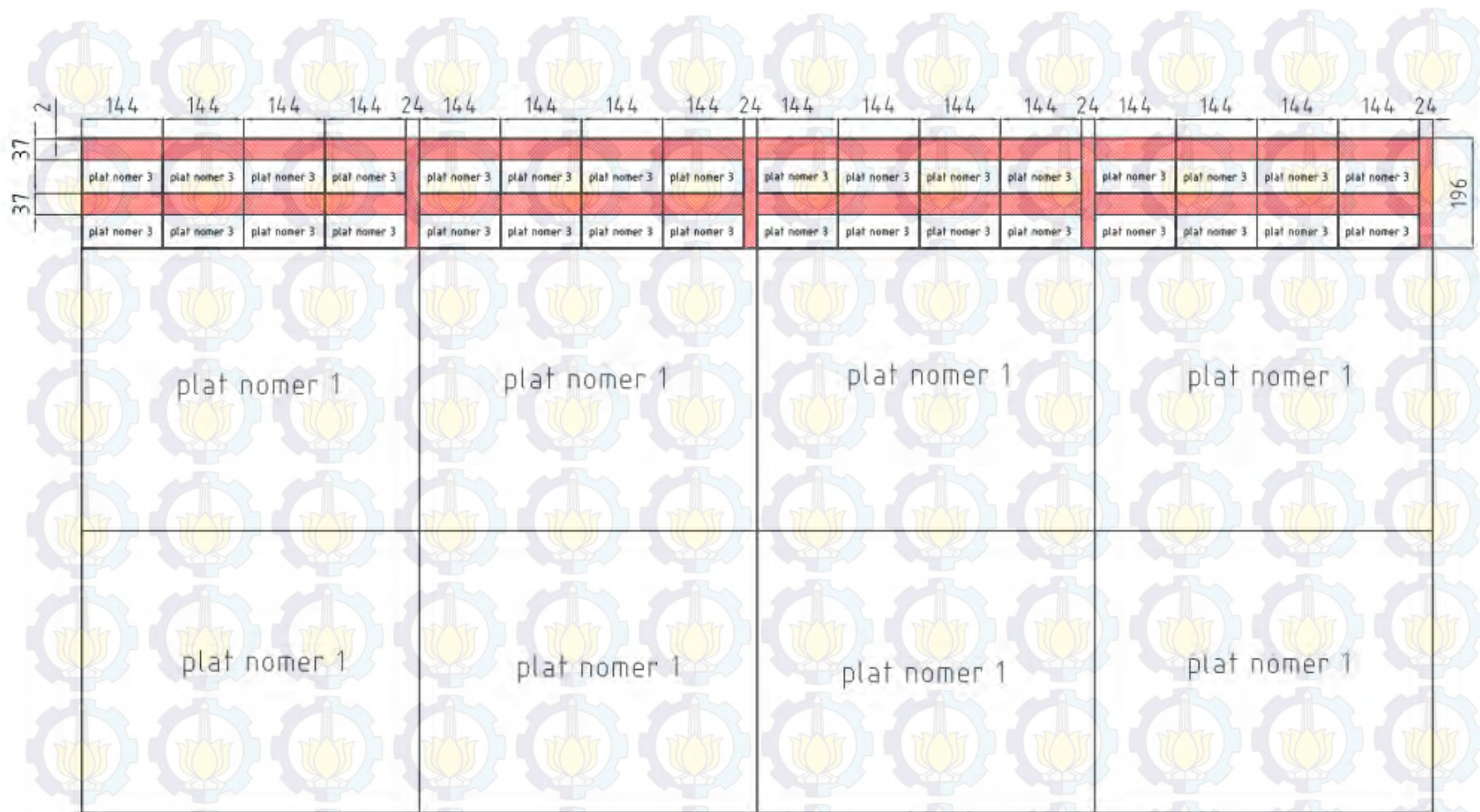
Urutan sekuen kelima dan sekuen keenam dari alur proses pengolahan dengan kasus Pelat Nomer 1 sampai dengan Pelat Nomer 4 dalam penelitian ini tidak menghasilkan pola pemotongan yang baru karena mengulangi pola pemotongan yang sudah ada, maka pola pemotongan berhenti pada Pola Potong 457.



Gambar 4.3 Pola Potong 01

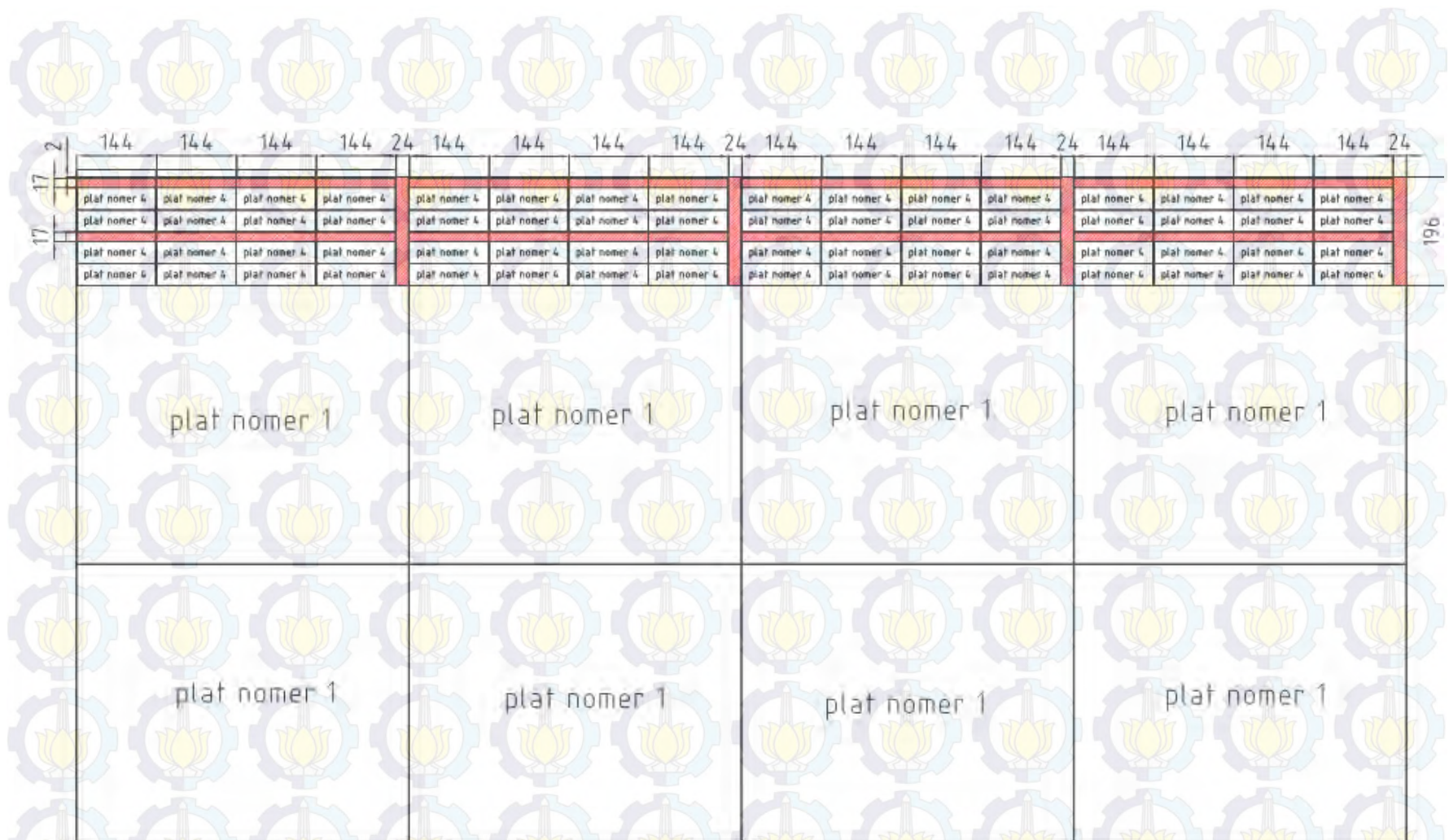


Gambar 4.4 Pola Potong 02



Gambar 4.5 Pola Potong 33





Gambar 4.7 Pola Potong 65



Gambar 4.8 Pola Potong 66



Gambar 4.11 Pola Potong 265

4.2.1.2 Tabel Proses Pemotongan.

Setelah tahapan membuat pola-pola pemotongan pelat yang mungkin memenuhi kebutuhan melalui Alur Proses Pengolahan Pola telah selesai, maka dapat dihasilkan beberapa data yaitu:

1. Data mengenai jumlah masing-masing pelat ukuran yang dihasilkan.
2. Data luas pelat sisa pada tiap-tiap pola potong.
3. Data waktu yang dibutuhkan untuk mengeset suatu pola potong.
4. Data waktu yang dibutuhkan mesin potong untuk memotong suatu pola potong.
5. Data waktu yang dibutuhkan operator potong untuk memotong suatu pola potong.
6. Data biaya proses yang diperlukan untuk memotong satu pola potong.

Pada Gambar 4.6, Pola Potong 01 dapat ditarik beberapa data yang didapatkan dari bagian pemotongan, data-data tersebut antara lain:

1. Pola Potong 01 terdiri dari 8 buah Pelat Nomer 1 dan 32 Pelat Nomer 2. Sehingga total potongan ada 40 potong.
2. Pola Potong 01 mempunyai luasan pelat sisa pemotongan sebesar:
Dari Gambar 4.3, Pola Potong 01 mempunyai pelat sisa dengan ukuran yang pertama dengan panjang 144 mm dan lebar 2 mm dan ukuran kedua dengan panjang 196 mm dan lebar 24 mm. maka luas pelat sisa dari Pola Potong 01 adalah:
$$\text{Luas pelat sisa} = ((2 \times 144) \times 16) + ((24 \times 196) \times 4)$$
$$\text{Luas pelat sisa} = 23.424 \text{ mm}^2$$
3. Pola Potong 01 bisa diset di atas 1 pelat lembaran bakalan dengan waktu sebesar:
Seorang operator pengesetan pola potong mempunyai kemampuan untuk membuat satu garis lurus pada pelat lembaran dalam waktu 10 detik atau 0,167 menit. Waktu ini dipakai berdasarkan waktu yang telah dipakai pada bagian pemotongan selama ini.

Pada Pola Potong 01 terdapat 59 garis baik vertikal maupun horizontal yang membentuk Pola Potong 01. Sehingga waktu yang diperlukan operator pengesetan pelat adalah sebesar:

Waktu operator pengesetan (W_j) = $59 \times 0,167 = 9,8$ menit.

4. Menurut catatan waktu yang terjadi pada bagian pemotongan, waktu yang diperlukan oleh mesin potong *guillotine* untuk bisa melakukan pemotongan adalah 5 detik atau 0,0834 menit.

Pada Pola Potong 01 mempunyai garis sebanyak 59 garis, garis yang dibuat oleh operator pengesetan inilah yang dipakai acuan bagi operator pemotongan dalam memotongkan Pola Potong 01 pada mesin *guillotine*.

Sehingga waktu mesin yang dibutuhkan:

Waktu mesin (T_j) = $59 \times 0,0834 = 4,92$ menit.

5. Untuk mengoperasikan mesin *guillotine* diperlukan 3 orang operator pemotongan. Operator pertama mempunyai tugas yang menjalankan mesin potong *guillotine* untuk melakukan pemotongan. Tugas ini mempunyai waktu yang sama besarnya dengan waktu mesin yaitu sebesar 5 detik atau 0,0834 menit. Operator kedua mempunyai tugas menarik pelat lembaran yang telah disetting oleh operator pengesetan dari rak menuju meja mesin potong *guillotine*. Tugas ini dilakukan dalam waktu 3 detik atau 0,05 menit. Operator kedua bersama operator pertama melakukan pemotongan berdasarkan garis pola yang telah disetting oleh operator pengesetan. Operator ketiga adalah operator yang bertugas untuk mengambil pelat hasil potongan dan menyusunnya sesuai ukuran yang diminta. Tugas ini memakai waktu sebesar 4 detik atau 0,067 menit.

Sehingga dalam memotong Pola Potong 01 memakai waktu sebesar:

Waktu Potong (R_j) = $0,05 + (59 \times 0,0834) + (40 \times 0,067) = 7,63$ menit.

6. Tabel 4.3 berisi daftar tarif operator dan tarif mesin dari masing-masing regu pada PT. X.

Tabel 4.3 Tarif Mesin dan Tarif Operator (Tahun: 2014)

	Tarif mesin per jam	Tarif operator per jam
<i>Guellotine</i>	Rp. 19.204,-	Rp. 20.103,-
<i>Punch</i>	Rp. 28.104,-	Rp. 24.827,-
<i>Power Press</i>	Rp. 5.152,-	Rp. 21.100,-
Bor	Rp. 5.250,-	Rp. 20.533,-
<i>Machining</i>	Rp. 7.026,-	Rp. 21.407,-
Las	Rp. 7.962,-	Rp. 22.095,-
Cuci	-	Rp. 19.938,-
Primer/Cat	-	Rp. 20.182,-
<i>Main Assy</i>	-	Rp. 20.537,-
<i>Finish Assy</i>	-	Rp. 20.537,-

Dari Tabel 4.3. diketahui bila tarif mesin per jam untuk mesin potong *guillotine* sebesar Rp. 19.204,- sedang tarif operator mesin potong *guillotine* per jam sebesar Rp. 20.103,-. Dari kedua data ini dapat diperoleh biaya proses untuk memotong Pola Potong 01.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya proses } (P_j) &= W_j + T_j + R_j \\
 &= ((9,8/60) \times \text{Rp } 20.103) + ((4,92/60) \times \\
 &\quad \text{Rp. 19.204}) + ((7,63/60) \times \text{Rp } 20.103) \\
 &= \text{Rp } 7.426,- \text{ per lembar}
 \end{aligned}$$

Perhitungan berikutnya untuk Pola Potong 02 sampai dengan Pola Potong 457 dilakukan dengan cara yang sama seperti pada Pola Potong 01. Setelah data masing-masing pola potong didapatkan kemudian data-data tersebut dimasukan kedalam Tabel Proses Pemotongan Pola Potong.

Berikut ini adalah sebagian contoh penulisan Tabel Proses Pemotongan Pola Potong yang terkait dengan pola potong yang telah terbentuk. Tabel Proses Pemotongan Pola Potong secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 4.4 Proses Pemotongan Pola Potong

	Pola Potong			
	1	2	.	291
Ukuran Pelat 1	8	8	.	0
Ukuran Pelat 2	32	31	.	0
Ukuran Pelat 3	0	1	.	166
Ukuran Pelat 4	0	0	.	26
Pelat Sisa (mm ²)	23.424	28.752	.	1,296,000
W _i (menit/lembar)	9,8	9,8	.	42,8
T _i (menit/lembar)	4,92	4,92	.	21,42
R _i (menit/lembar)	7,63	7,63	.	34,27
P _i (Rp/lembar)	7.426	7.426	.	32.687
Jumlah bakalan yang dipotong	X1	X2	.	X291

Tabel 4.4 Proses Pemotongan Pola Potong (lanjutan)

	Pola Potong			
	292	.	456	457
Ukuran Pelat 1	0	.	0	0
Ukuran Pelat 2	0	.	0	0
Ukuran Pelat 3	165	.	1	0
Ukuran Pelat 4	27	.	191	192
Pelat Sisa (mm ²)	1,298,880	.	1.771.200	1.774.080
W _i (menit/lembar)	42,8	.	49,7	49,8
T _i (menit/lembar)	21,42	.	24,83	24,92
R _i (menit/lembar)	34,27	.	37,68	37,77
P _i (Rp/lembar)	32.687	.	37.215	37.325
Jumlah bakalan yang dipotong	X292	.	X456	X457

Adapun model matematis yang digunakan dalam tesis ini terbagi atas dua fungsi, yang pertama adalah fungsi tujuan dan yang kedua adalah fungsi kendala yang akan diurai sebagai berikut.

4.3 Fungsi Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam model matematis pada tesis ini adalah menentukan pola pemotongan pelat yang mampu memenuhi permintaan serta meminimalkan pelat sisa potong serta memenuhi kendala yang lain.

Formulasi:

Minimalkan

$$Z = \sum_{j=1}^n A_j \cdot X_j \quad (3.2)$$

dengan:

A_j = Luas sisa pemotongan pelat dengan pola potong j ($\text{mm}^2/\text{lembar}$).

X_j = Jumlah pelat bakalan yang akan dipotong dengan pola potong j per hari (lembar/hari).

Dengan memasukan data pelat sisa yang dihasil dari masing-masing pola-pola pemotongan yang telah terbentuk pada Tabel 4.4, maka berikut ini berikut ini adalah contoh penulisan sebagian formulasi matematis pada *Software* Lingo 11. Formulasi lengkap fungsi tujuan dapat dilihat pada Lampiran 3.

Minimalkan $Z = 23424 \cdot X_1 + 28752 \cdot X_2 + 34080 \cdot X_3 + 39408 \cdot X_4 + 44736 \cdot X_5 + 50064 \cdot X_6 + 55392 \cdot X_7 + 60720 \cdot X_8 + 66048 \cdot X_9 + 71376 \cdot X_{10} + 76704 \cdot X_{11} + 82032 \cdot X_{12} + 87360 \cdot X_{13} + 92688 \cdot X_{14} + 98016 \cdot X_{15} + 103344 \cdot X_{16} + 108672 \cdot X_{17} + 114000 \cdot X_{18} + 119328 \cdot X_{19} + 124656 \cdot X_{20} + 129984 \cdot X_{21} + 135312 \cdot X_{22} + 140640 \cdot X_{23} + 145968 \cdot X_{24} + 151296 \cdot X_{25} + 156624 \cdot X_{26} + 161952 \cdot X_{27} + 167280 \cdot X_{28} + 172608 \cdot X_{29} + 177936 \cdot X_{30} + 183264 \cdot X_{31} + 188592 \cdot X_{32} + 193920 \cdot X_{33} + 25872 \cdot X_{34} + 28320 \cdot X_{35} + 30768 \cdot X_{36} + 33216 \cdot X_{37} + 35664 \cdot X_{38} + 38112 \cdot X_{39} + 40560 \cdot X_{40} + 43008 \cdot X_{41} + 45456 \cdot X_{42} + 47904 \cdot X_{43} + 50352 \cdot X_{44} + 52800 \cdot X_{45} + 55248 \cdot X_{46} + 57696 \cdot X_{47} + 60144 \cdot X_{48} + 62592 \cdot X_{49} + 65040 \cdot X_{50} + 67488 \cdot X_{51} + 69936 \cdot X_{52} + 72384 \cdot X_{53} + 74832 \cdot X_{54} + 77280 \cdot X_{55} + 79728 \cdot X_{56} + 82176 \cdot X_{57} + 84624 \cdot X_{58} + 87072 \cdot X_{59} + 89520 \cdot X_{60} + 91968 \cdot X_{61} + 94416 \cdot X_{62} + 96864 \cdot X_{63} + 99312 \cdot X_{64} + 101760 \cdot X_{65} + 45264 \cdot X_{66} + 67104 \cdot X_{67} + 88944 \cdot X_{68} + 110784 \cdot X_{69} + 132624 \cdot X_{70} + 154464 \cdot X_{71} + 176304 \cdot X_{72} + 198144 \cdot X_{73} + 203472 \cdot X_{74} + 208800 \cdot X_{75} + 214128 \cdot X_{76} +$

$$\begin{aligned}
& 219456 \cdot X_{77} + 224784 \cdot X_{78} + 230112 \cdot X_{79} + 235440 \cdot X_{80} + 240768 \cdot X_{81} + \\
& 246096 \cdot X_{82} + 251424 \cdot X_{83} + 256752 \cdot X_{84} + 262080 \cdot X_{85} + 267408 \cdot X_{86} + \\
& 272736 \cdot X_{87} + 278064 \cdot X_{88} + 283392 \cdot X_{89} + 288720 \cdot X_{90} + 294048 \cdot X_{91} + \\
& 299376 \cdot X_{92} + 304704 \cdot X_{93} + 310032 \cdot X_{94} + 315360 \cdot X_{95} + 320688 \cdot X_{96} + \\
& 326016 \cdot X_{97} + 331344 \cdot X_{98} + 336672 \cdot X_{99} + 342000 \cdot X_{100} + \dots \\
& \dots + \\
& 1725120 \cdot X_{440} + 1728000 \cdot X_{441} + 1730880 \cdot X_{442} + 1733760 \cdot X_{443} + \\
& 1736640 \cdot X_{444} + 1739520 \cdot X_{445} + 1742400 \cdot X_{446} + 1745280 \cdot X_{447} + \\
& 1748160 \cdot X_{448} + 1751040 \cdot X_{449} + 1753920 \cdot X_{450} + 1756800 \cdot X_{451} + \\
& 1759680 \cdot X_{452} + 1762560 \cdot X_{453} + 1765440 \cdot X_{454} + 1768320 \cdot X_{455} + \\
& 1771200 \cdot X_{456} + 1774080 \cdot X_{457-A}; \quad (4.1)
\end{aligned}$$

4.4 Fungsi Kendala

Dengan fungsi tujuan untuk meminimalkan *waste* pada proses pemotongan pelat, maka dengan *Integer Linear Programming* akan dicari nilai variabel keputusan yang akan memberikan pola-pola pemotongan pelat dengan nilai sisa potong yang minimal. Namun demikian fungsi tujuan harus dapat memenuhi fungsi-fungsi kendala yang ada, diantaranya:

4.4.1 Batasan Permintaan Masing-masing Ukuran Pelat

Formulasi

$$\sum_{j=1}^n B_{ij} \cdot X_j \geq Q_i \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad (3.3)$$

dengan:

B_{ij} = Jumlah produk pelat ukuran i yang didapat dengan pola potong j (potong/lembar).

Q_i = Jumlah kebutuhan untuk produk pelat ukuran i (potong/hari). Dalam penelitian ini akan ditentukan metode pemotongan untuk menghasilkan 4 macam produk pelat dengan ukuran yang berbeda.

Tabel 4.5 Permintaan Masing-masing Ukuran Pelat

No	Ukuran Pelat	Dimensi $p \times l \times t$ (mm)	Permintaan
1	Ukuran Pelat 1	600 x 502 x 3	350
2	Ukuran Pelat 2	144 x 97 x 3	350
3	Ukuran Pelat 3	144 x 60 x 3	350
4	Ukuran Pelat 4	144 x 40 x 3	700

Berdasarkan permintaan masing-masing ukuran pelat yang diberikan oleh bagian perencanaan kepada bagian pemotongan yang ada pada Tabel 4.5 dan data masing-masing Ukuran Pelat 1 sampai dengan Ukuran Pelat 4 yang dihasilkan dari setiap pola potong yang ada pada Tabel 4.4, maka berikut ini adalah contoh penulisan kendala permintaan untuk tiap masing-masing dalam formulasi matematis pada *Software* Lingo 11. Formulasi lengkap untuk batasan permintaan masing ukuran pelat dapat dilihat pada Lampiran 3.

Batasan Permintaan Pelat Ukuran 1:

Pelat Ukuran 1;

$$\begin{aligned}
 &8*X1 + 8*X2 + 8*X3 + 8*X4 + 8*X5 + 8*X6 + 8*X7 + 8*X8 + 8*X9 + 8*X10 \\
 &+ 8*X11 + 8*X12 + 8*X13 + 8*X14 + 8*X15 + 8*X16 + 8*X17 + 8*X18 + \\
 &8*X19 + 8*X20 + 8*X21 + 8*X22 + 8*X23 + 8*X24 + 8*X25 + 8*X26 + 8*X27 \\
 &+ 8*X28 + 8*X29 + 8*X30 + 8*X31 + 8*X32 + 8*X33 + 8*X34 + 8*X35 + \\
 &8*X36 + 8*X37 + 8*X38 + 8*X39 + 8*X40 + 8*X41 + 8*X42 + 8*X43 + 8*X44 \\
 &+ 8*X4 + 8*X46 + 8*X47 + 8*X48 + 8*X49 + 8*X50 + \\
 &..... + 0*X440 + 0*X441 + \\
 &0*X442 + 0*X443 + 0*X444 + 0*X445 + 0*X446 + 0*X447 + 0*X448 +
 \end{aligned}$$

$$0*X449 + 0*X450 + 0*X451 + 0*X452 + 0*X453 + 0*X454 + 0*X455 + 0*X456 + 0*X457 \geq 350; \quad (4.2)$$

Batasan Permintaan Pelat Ukuran 2:

Pelat Ukuran 2;

$$\begin{aligned} &32*X1 + 31*X2 + 30*X3 + 29*X4 + 28*X5 + 27*X6 + 26*X7 + 25*X8 + 24*X9 \\ &+ 23*X10 + 22*X11 + 21*X12 + 20*X13 + 19*X14 + 18*X15 + 17*X16 + \\ &16*X17 + 15*X18 + 14*X19 + 13*X20 + 12*X21 + 11*X22 + 10*X23 + 9*X24 \\ &+ 8*X25 + 7*X26 + 6*X27 + 5*X28 + 4*X29 + 3*X30 + 2*X31 + 1*X32 + \\ &0*X33 + 31*X34 + 30*X35 + 29*X36 + 28*X37 + 27*X38 + 26*X39 + 25*X40 \\ &+ \dots + 0*X440 + 0*X441 + \\ &0*X442 + 0*X443 + 0*X444 + 0*X445 + 0*X446 + 0*X447 + 0*X448 + \\ &0*X449 + 0*X450 + 0*X451 + 0*X452 + 0*X453 + 0*X454 + 0*X455 + \\ &0*X456 + 0*X457 \geq 350; \quad (4.3) \end{aligned}$$

Batasan Permintaan Pelat Ukuran 3:

Pelat Ukuran 3;

$$\begin{aligned} &0*X1 + 1*X2 + 2*X3 + 3*X4 + 4*X5 + 5*X6 + 6*X7 + 7*X8 + 8*X9 + 9*X10 \\ &+ 10*X11 + 11*X12 + 12*X13 + 13*X14 + 14*X15 + 15*X16 + 16*X17 + \\ &17*X18 + 18*X19 + 19*X20 + 20*X21 + 21*X22 + 22*X23 + 23*X24 + 25*X26 \\ &+ 26*X27 + 27*X28 + 28*X29 + 29*X30 + 30*X31 + 31*X32 + 32*X33 + \\ &0*X34 + 0*X35 + 0*X36 + 0*X37 + 0*X38 + 0*X39 + 0*X40 + \\ &\dots + 17*X440 + 16*X441 + 15*X442 + 14*X443 + 13*X444 + \\ &12*X445 + 11*X446 + 10*X447 + 9*X448 + 8*X449 + 7*X450 + 6*X451 + \\ &5*X452 + 4*X453 + 3*X454 + 2*X455 + 1*X456 + 0*X457 \geq 350; \quad (4.4) \end{aligned}$$

Batasan Permintaan Pelat Ukuran 4:

Pelat Ukuran 4;

$$\begin{aligned}
 &0 \cdot X_1 + 0 \cdot X_2 + 0 \cdot X_3 + 0 \cdot X_4 + 0 \cdot X_5 + 0 \cdot X_6 + 0 \cdot X_7 + 0 \cdot X_8 + 0 \cdot X_9 + 0 \cdot X_{10} \\
 &+ 0 \cdot X_{11} + 0 \cdot X_{12} + 0 \cdot X_{13} + 0 \cdot X_{14} + 0 \cdot X_{15} + 0 \cdot X_{16} + 0 \cdot X_{17} + 0 \cdot X_{18} + \\
 &0 \cdot X_{19} + 0 \cdot X_{20} + 0 \cdot X_{21} + 0 \cdot X_{22} + 0 \cdot X_{23} + 0 \cdot X_{24} + 0 \cdot X_{25} + 0 \cdot X_{26} + 0 \cdot X_{27} \\
 &+ 0 \cdot X_{28} + 0 \cdot X_{29} + 0 \cdot X_{30} + 0 \cdot X_{31} + 0 \cdot X_{32} + 0 \cdot X_{33} + 2 \cdot X_{34} + 4 \cdot X_{35} + \\
 &6 \cdot X_{36} + 8 \cdot X_{37} + 10 \cdot X_{38} + 12 \cdot X_{39} + 14 \cdot X_{40} + \dots \\
 &\dots + 175 \cdot X_{440} \\
 &+ 176 \cdot X_{441} + 177 \cdot X_{442} + 178 \cdot X_{443} + 179 \cdot X_{444} + 180 \cdot X_{445} + 181 \cdot X_{446} + \\
 &182 \cdot X_{447} + 183 \cdot X_{448} + 184 \cdot X_{449} + 185 \cdot X_{450} + 186 \cdot X_{451} + 187 \cdot X_{452} + \\
 &188 \cdot X_{453} + 189 \cdot X_{454} + 190 \cdot X_{455} + 191 \cdot X_{456} + 192 \cdot X_{457} \geq 700; \quad (4.5)
 \end{aligned}$$

4.4.2 Batasan Waktu Mesin Potong yang Tersedia

Pada PT.X tersedia empat buah mesin potong *guillotine* yang bekerja dalam tiap harinya, oleh karena itu waktu mesin potong yang digunakan tidak boleh melebihi dari waktu total mesin potong yang tersedia dalam satu hari.

Formulasi

$$\sum_{j=1}^n T_j \cdot X_j \leq Y \quad (3.4)$$

dengan:

T_j = Waktu potong yang dipakai untuk memotong pelat dengan pola potong j (menit/lembar).

Y = Waktu mesin yang tersedia per hari.

Dengan memasukkan waktu mesin potong yang digunakan untuk memotong tiap-tiap pola potong pada Tabel 4.4 serta jumlah waktu mesin total yang tersedia dalam satu hari sebesar 1920 menit per hari, maka berikut ini adalah contoh penulisan batasan untuk waktu mesin potong dalam satu hari dalam formulasi

matematis *Software Lingo 11*. Formulasi lengkap untuk batasan waktu mesin dapat dilihat pada Lampiran 3.

Constraint Function - Waktu Mesin Potong (T_j);

$$\begin{aligned}
 &4.92 \cdot X_1 + 4.92 \cdot X_2 + 4.92 \cdot X_3 + 4.92 \cdot X_4 + 4.92 \cdot X_5 + 4.92 \cdot X_6 + 4.92 \cdot X_7 + \\
 &4.92 \cdot X_8 + 4.92 \cdot X_9 + 4.92 \cdot X_{10} + 4.92 \cdot X_{11} + 4.92 \cdot X_{12} + 4.92 \cdot X_{13} + 4.92 \cdot X_{14} \\
 &+ 4.92 \cdot X_{15} + 4.92 \cdot X_{16} + 3.92 \cdot X_{17} + 4.00 \cdot X_{18} + 4.00 \cdot X_{19} + 4.00 \cdot X_{20} + \\
 &4.00 \cdot X_{21} + 4.08 \cdot X_{22} + 4.08 \cdot X_{23} + 4.08 \cdot X_{24} + 4.08 \cdot X_{25} + 4.17 \cdot X_{26} + \\
 &4.17 \cdot X_{27} + 4.17 \cdot X_{28} + 4.17 \cdot X_{29} + 4.25 \cdot X_{30} + 4.25 \cdot X_{31} + 4.25 \cdot X_{32} + \\
 &4.25 \cdot X_{33} + 4.08 \cdot X_{34} + 4.25 \cdot X_{35} + 4.42 \cdot X_{36} + 4.58 \cdot X_{37} + 4.75 \cdot X_{38} + \\
 &4.92 \cdot X_{39} + 5.08 \cdot X_{40} + \dots \\
 &\dots \\
 &+ 24.50 \cdot X_{440} + 24.58 \cdot X_{441} + 24.58 \cdot X_{442} + 24.58 \cdot X_{443} + 24.58 \cdot X_{444} + \\
 &24.67 \cdot X_{445} + 24.67 \cdot X_{446} + 24.67 \cdot X_{447} + 24.67 \cdot X_{448} + 24.75 \cdot X_{449} + \\
 &24.75 \cdot X_{450} + 24.75 \cdot X_{451} + 24.75 \cdot X_{452} + 24.83 \cdot X_{453} + 24.83 \cdot X_{454} + \\
 &24.83 \cdot X_{455} + 24.83 \cdot X_{456} + 24.92 \cdot X_{457} \leq 1920; \quad (4.6)
 \end{aligned}$$

4.4.3 Batasan Waktu dari Operator Pengesetan Pelat

Jumlah waktu yang digunakan untuk mengeset pelat haruslah memenuhi jam operator pengesetan yang tersedia dalam satu hari. Pada bagian pemotongan pelat terdapat empat orang operator bagian pengesetan pelat yang bekerja dalam satu hari.

Formulasi

$$\sum_{j=1}^n W_j \cdot X_j \leq L \quad (3.5)$$

dengan:

W_j = Jumlah *man-hour* yang dibutuhkan untuk mengeset pelat yang akan dipotong dengan pola potong j (*man-hour/lembar*). Waktu diperoleh

dengan mengalikan jumlah orang dan waktu yang dibutuhkan untuk sekali mengeset pelat.

L = Jumlah *man-hour* yang tersedia untuk proses pengesetan. Diperoleh dari jumlah karyawan pengesetan dan lama waktu bekerja per hari (*man-hour*/hari).

Dengan memasukkan waktu operator pengesetan yang digunakan untuk mengeset tiap-tiap pola potong pada Tabel 4.2 serta jumlah total waktu operator pengesetan yang tersedia dalam satu hari sebesar 1920 menit per hari, maka berikut ini adalah contoh penulisan batasan untuk waktu operator pengesetan pelat dalam satu hari dalam formulasi matematis *software* Lingo 11. Formulasi lengkap untuk batasan waktu mesin dapat dilihat pada Lampiran 3.

Constraint Function - Jam Operator Pengesetan (W_j);

$$\begin{aligned}
 &9.8 * X_1 + 9.8 * X_2 + 9.8 * X_3 + 9.8 * X_4 + 9.8 * X_5 + 9.8 * X_6 + 9.8 * X_7 + 9.8 * X_8 + \\
 &9.8 * X_9 + 9.8 * X_{10} + 9.8 * X_{11} + 9.8 * X_{12} + 9.8 * X_{13} + 9.8 * X_{14} + 9.8 * X_{15} + \\
 &9.8 * X_{16} + 7.8 * X_{17} + 8.0 * X_{18} + 8.0 * X_{19} + 8.0 * X_{20} + 8.0 * X_{21} + 8.2 * X_{22} + \\
 &8.2 * X_{23} + 8.2 * X_{24} + 8.2 * X_{25} + 8.3 * X_{26} + 8.3 * X_{27} + 8.3 * X_{28} + 8.3 * X_{29} + \\
 &8.5 * X_{30} + 8.5 * X_{31} + 8.5 * X_{32} + 8.5 * X_{33} + 8.2 * X_{34} + 8.5 * X_{35} + 8.8 * X_{36} + \\
 &9.2 * X_{37} + 9.5 * X_{38} + 9.8 * X_{39} + 10.2 * X_{40} + \dots\dots\dots \\
 &\dots\dots\dots + 49.0 * X_{440} + 49.2 * X_{441} + \\
 &49.2 * X_{442} + 49.2 * X_{443} + 49.2 * X_{444} + 49.3 * X_{445} + 49.3 * X_{446} + 49.3 * X_{447} + \\
 &49.3 * X_{448} + 49.5 * X_{449} + 49.5 * X_{450} + 49.5 * X_{451} + 49.5 * X_{452} + 49.7 * X_{453} + \\
 &49.7 * X_{454} + 49.7 * X_{455} + 49.7 * X_{456} + 49.8 * X_{457} \leq 1920; \quad (4.7)
 \end{aligned}$$

4.4.4 Batasan Waktu dari Operator Pemotongan Pelat

Jumlah waktu yang digunakan untuk memotong pelat haruslah memenuhi jam operator pemotongan yang tersedia dalam satu hari. Pada bagian pemotongan pelat terdapat 12 orang operator bagian pemotongan pelat yang menjalankan empat mesin potong *guillotine* bekerja dalam satu hari.

Formulasi

$$\sum_{j=1}^n R_j \cdot X_j \leq K \quad (3.6)$$

dengan:

R_j = Jumlah *man-hour* yang dibutuhkan untuk memotong pelat yang akan dipotong dengan pola potong j (*man-hour*/lembar). Waktu ini diperoleh dari hasil perkalian jumlah orang dan waktu yang dibutuhkan untuk sekali pemotongan.

K = Jumlah *man-hour* yang tersedia untuk proses pemotongan. Diperoleh dari jumlah karyawan pemotongan dan lama waktu bekerja per hari (*man-hour*/hari).

Dengan memasukkan jumlah waktu operator pemotongan yang digunakan untuk memotong tiap-tiap pola potong pada Tabel 4.4 serta jumlah total waktu operator pemotongan yang tersedia dalam satu hari sebesar 5760 menit per hari, maka berikut ini adalah contoh penulisan batasan untuk waktu operator pemotongan dalam satu hari dalam formulasi matematis *Software* Lingo 11. Formulasi lengkap untuk batasan waktu mesin dapat dilihat pada Lampiran 3.

Constraint Function - Jam Operator Pemotongan (Rj);

$$\begin{aligned}
& 7.63 \cdot X_1 + 7.63 \cdot X_2 + 7.63 \cdot X_3 + 7.63 \cdot X_4 + 7.63 \cdot X_5 + 7.63 \cdot X_6 + 7.63 \cdot X_7 + \\
& 7.63 \cdot X_8 + 7.63 \cdot X_9 + 7.63 \cdot X_{10} + 7.63 \cdot X_{11} + 7.63 \cdot X_{12} + 7.63 \cdot X_{13} + \\
& 7.63 \cdot X_{14} + 7.63 \cdot X_{15} + 7.63 \cdot X_{16} + 6.63 \cdot X_{17} + 6.72 \cdot X_{18} + 6.72 \cdot X_{19} + \\
& 6.72 \cdot X_{20} + 6.72 \cdot X_{21} + 6.80 \cdot X_{22} + 6.80 \cdot X_{23} + 6.80 \cdot X_{24} + 6.80 \cdot X_{25} + \\
& 6.88 \cdot X_{26} + 6.88 \cdot X_{27} + 6.88 \cdot X_{28} + 6.88 \cdot X_{29} + 6.97 \cdot X_{30} + 6.97 \cdot X_{31} + \\
& 6.97 \cdot X_{32} + 6.97 \cdot X_{33} + 6.87 \cdot X_{34} + 7.10 \cdot X_{35} + 7.33 \cdot X_{36} + 7.57 \cdot X_{37} + \\
& 7.80 \cdot X_{38} + 8.03 \cdot X_{39} + 8.27 \cdot X_{40} + \dots \\
& \dots + 37.35 \cdot X_{440} + 37.43 \cdot X_{441} + 37.43 \cdot X_{442} + 37.43 \cdot X_{443} + 37.43 \cdot X_{444} + \\
& 37.52 \cdot X_{445} + 37.52 \cdot X_{446} + 37.52 \cdot X_{447} + 37.52 \cdot X_{448} + 37.60 \cdot X_{449} +
\end{aligned}$$

$$37.60 \cdot X_{450} + 37.60 \cdot X_{451} + 37.60 \cdot X_{452} + 37.68 \cdot X_{453} + 37.68 \cdot X_{454} + 37.68 \cdot X_{455} + 37.68 \cdot X_{456} + 37.77 \cdot X_{457} \leq 5760; \quad (4.8)$$

4.4.5. Batasan pada Jumlah Pelat yang Tersedia

Pasokan pelat dengan tebal 3 millimeter yang bisa dipasok oleh pemasok pelat dibatasi hanya 50 lembar dalam seharinya, oleh karena itu jumlah pelat yang akan dipotong dengan berbagai pola potong per hari harus lebih kecil dari jumlah pelat yang tersedia.

Formulasi

$$\sum_{j=1}^n X_j \leq N \quad (3.7)$$

dengan:

N = Jumlah pelat yang dapat disuplai per hari.

Dengan memasukkan jumlah pelat dengan tebal 3 mm yang tersedia dalam satu hari untuk dipotong dengan berbagai pola potong maka berikut ini adalah contoh penulisan batasan untuk batasan jumlah pelat yang tersedia dalam satu hari dalam formulasi matematis *software* Lingo 11. Formulasi lengkap untuk batasan waktu mesin dapat dilihat pada Lampiran 3.

Constraint Function - Jumlah Pelat per Hari;

$$\begin{aligned} &X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + \\ &X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \\ &+ X_{26} + X_{27} + X_{28} + X_{29} + X_{30} + X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} + \\ &X_{37} + X_{38} + X_{39} + X_{40} + \dots \dots \dots + X_{440} \\ &\dots \dots \dots + X_{441} + X_{442} + X_{443} + X_{444} + X_{445} + X_{446} + X_{447} + X_{448} + X_{449} + X_{450} \\ &+ X_{451} + X_{452} + X_{453} + X_{454} + X_{455} + X_{456} + X_{457} \leq 50; \quad (4.9) \end{aligned}$$

4.4.6 Batasan pada Biaya Produksi yang Tersedia

Perusahaan telah membagi *budget* untuk masing-masing bagian produksi yang ada di PT. X, dimana penetapan *budget* yang ada didasarkan pada *cash-flow* yang diterima perusahaan, oleh karena itu biaya proses untuk bagian pemotongan pelat tidak boleh melebihi dari *budget* per hari yang telah ditentukan.

Formulasi

$$\sum_{j=1}^n P_j \cdot X_j \leq C \quad (3.8)$$

dengan:

P_j = Biaya proses pengesetan dan pemotongan pelat dengan pola potong j (rupiah per lembar).

C = Jumlah anggaran produksi yang tersedia per hari.

Dengan memasukkan jumlah biaya proses pemotongan yang digunakan untuk memotong tiap-tiap pola potong pada Tabel 4.4 serta jumlah budget bagian pemotongan yang ditetapkan perusahaan dalam satu hari sebesar Rp. 5.420.000,- per hari, maka berikut ini adalah contoh penulisan batasan untuk biaya proses potong dalam satu hari dalam formulasi matematis *Software Lingo 11*. Formulasi lengkap untuk batasan biaya produksi dapat dilihat pada Lampiran 3.

Constraint Function - Kendala Biaya Produksi:

$$\begin{aligned} &7426 * X_1 + 7426 * X_2 + 7426 * X_3 + 7426 * X_4 + 7426 * X_5 + 7426 * X_6 + 7426 * X_7 \\ &+ 7426 * X_8 + 7426 * X_9 + 7426 * X_{10} + 7426 * X_{11} + 7426 * X_{12} + 7426 * X_{13} + \\ &7426 * X_{14} + 7426 * X_{15} + 7426 * X_{16} + 7426 * X_{17} + 6101 * X_{18} + 6211 * X_{19} + \\ &6211 * X_{20} + 6211 * X_{21} + 6211 * X_{22} + 6322 * X_{23} + 6322 * X_{24} + 6322 * X_{25} + \\ &6322 * X_{26} + 6432 * X_{27} + 6432 * X_{28} + 6432 * X_{29} + 6542 * X_{30} + 6542 * X_{31} + \\ &6542 * X_{32} + 6542 * X_{33} + 6344 * X_{34} + 6587 * X_{35} + 6830 * X_{36} + 7073 * X_{37} + \\ &7317 * X_{38} + 7560 * X_{39} + 7803 * X_{40} + \dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \dots + 36773 \cdot X_{440} + 36884 \cdot X_{441} + 36884 \cdot X_{442} + \\
 & 36884 \cdot X_{443} + 36884 \cdot X_{444} + 36884 \cdot X_{445} + 36994 \cdot X_{446} + 36994 \cdot X_{447} + \\
 & 36994 \cdot X_{448} + 37105 \cdot X_{449} + 37105 \cdot X_{450} + 37105 \cdot X_{451} + 37105 \cdot X_{452} + \\
 & 37215 \cdot X_{453} + 37215 \cdot X_{454} + 37215 \cdot X_{455} + 37215 \cdot X_{456} + \\
 & 37325 \cdot X_{457} \leq 5420000; \quad (4.10)
 \end{aligned}$$

4.4.7 Batasan pada Jumlah Pola Potong yang Bisa Digunakan per Hari

Jumlah total pola potong yang dilakukan dalam sehari jangan lebih besar dari ketentuan jumlah pola potong maksimal. Hal ini dikarenakan bila jumlah total pola potong yang dihasilkan melebihi dari ketentuan jumlah pola potong maksimal maka akan melanggar beberapa kendala yang telah ditetapkan.

Formulasi

$$X_j - U \cdot B_j \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad (3.9)$$

$$\sum_{j=1}^n B_j \leq S \quad (3.10)$$

dengan:

U = Bilangan menjamin persamaan $3.9 \leq 0$ untuk harga $X_j > 0$. Bisa dimasukkan angka perkiraan total pola potong yang bisa dihasilkan dalam satu hari.

B_j = Bilangan biner yang berharga 1 apabila pola potong j dipakai.

S = Jumlah total pola potong maksimal yang ditentukan per hari.

Dalam penelitian ini harga U diberi nilai sebesar 73, dimana nilai diambil dari waktu proses paling kecil dari Tabel 4.4 kemudian menjadi pembagi dari waktu kerja yang ada dalam satu hari, 480 menit, sedang harga S diberi nilai 20 dimana angka 20 adalah ketentuan yang ada pada bagian pemotongan di PT. X.

Batasan Bilangan Biner

Untuk membuat nilai variabel X_j berharga 0 dan 1, atau integer, maka dituliskan dalam formulasi sebagai bilangan biner atau integer.

4.5 Hasil Perhitungan

Model matematis yang terdiri dari fungsi tujuan dan beberapa fungsi batasan kemudian menjadi *input* untuk dianalisis dengan menggunakan bantuan *Software* Lingo 11.

Hasil dari pengolahan data melalui *Software* Lingo 11 tersebut dapat diringkaskan dan ditunjukkan pada Tabel 4.6 di bawah ini:

Tabel 4.6 Hasil Pengolahan Data

<i>Obejctive Value: 3752241</i>	
Variabel	<i>Value</i>
X32	2
X33	9
X38	26
X64	4
X65	3

Tabel 4.6 menunjukkan variabel-variabel yang diberi nilai dari solusi optimal. Untuk *input* dan hasil perhitungan selengkapnya dari *Software* Lingo 11 dapat dilihat pada Lampiran 4. Dari solusi diatas, diketahui bahwa luasan sisa pelat hasil potongan minimum adalah 3752241 mm². Dimana komposisi potongan-potongan pelat dari variabel yang dihasilkan ditunjukkan pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Kombinasi dan Jumlah Masing-masing Ukuran Pelat dari Tiap-tiap Variabel yang Dihasilkan

Ukuran	Dimensi <i>p x l x t</i> (mm)	Variabel X32	Variabel X33	Variabel X38	Variabel X64	Variabel X65
Ukuran Pelat 1	502 x 600 x 3	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	144 x 97 x 3	1	0	27	1	0
Ukuran Pelat 3	144 x 60 x 3	31	32	0	0	0
Ukuran Pelat 4	144 x 40 x 3	0	0	10	62	64

Tabel 4.8 Jumlah Masing-masing Ukuran Pelat yang Dihasilkan dari Tiap-tiap Variabel

Ukuran	Dimensi $p \times l \times t$ (mm)	X32 dengan 2 lembar	X33 dengan 9 lembar	X38 dengan 26 lembar	X64 dengan 4 lembar	X65 dengan 3 lembar
Ukuran Pelat 1	502 x 600 x 3	16	72	208	32	24
Ukuran Pelat 2	144 x 97 x 3	2	0	702	4	0
Ukuran Pelat 3	144 x 60 x 3	62	288	0	0	0
Ukuran Pelat 4	144 x 40 x 3	0	0	260	248	192

Dari Tabel 4.8 di atas didapat pemenuhan permintaan masing-masing ukuran pelat adalah sebagai berikut:

- Permintaan Ukuran Pelat 1 dengan ukuran tebal 3 mm, panjang 600 dan lebar 502 mm sebanyak 350 potong dapat terpenuhi dengan: $16 + 72 + 208 + 32 + 24 = 352$ potong.
- Permintaan Ukuran Pelat 2 dengan ukuran tebal 3 mm, panjang 144 mm dan lebar 97 mm sebanyak 350 potong dapat terpenuhi dengan $2 + 0 + 702 + 4 = 708$ potong.
- Permintaan Ukuran Pelat 3 dengan ukuran tebal 3 mm, panjang 144 mm dan lebar 60 mm sebanyak 350 potong dapat terpenuhi dengan $62 + 288 + 0 + 0 + 0 = 350$ potong.
- Permintaan Ukuran Pelat dengan ukuran tebal 3 mm, panjang 144 mm dan lebar 40 mm sebanyak 700 potong dapat terpenuhi dengan $0 + 0 + 260 + 248 + 192 = 700$ potong.

Adapun permintaan untuk Ukuran Pelat No. 2 dengan ukuran tebal 3 mm dengan panjang 144 mm dan lebar 97 mm yang terpenuhi dua kali lipat, hal ini dikarenakan fungsi objektif dari penelitian ini adalah meminimumkan jumlah pelat sisa dari suatu pola pemotongan pelat serta konstanta B_{ij} pada fungsi kendala

batasan kebutuhan masing-masing pelat ukuran. Konstanta B_{ij} yang mempunyai arti jumlah masing-masing produk pelat ukuran yang didapat dari suatu pola potong.

Sebuah pola potong tersusun dari masing-masing produk pelat ukuran, pola-pola potong juga terdiri dari kombinasi 3 pelat ukuran, kombinasi 2 pelat ukuran atau semuanya dari satu jenis pelat ukuran. Jumlah masing-masing pelat ukuran pada tiap-tiap pola potong juga berbeda satu sama lain, tergantung dari besar kecilnya ukuran pelat tersebut. Produk pelat ukuran dengan ukuran yang lebih besar akan menghasilkan jumlah pelat yang lebih sedikit (dalam suatu pola potong) dibanding dengan produk pelat ukuran dengan ukuran yang lebih kecil. Sehingga apabila ada permintaan maka dengan sendirinya permintaan harus mengikuti jumlah yang berbeda jumlahnya tersebut.

Validasi adalah suatu cara yang dipakai untuk meyakinkan bahwa model dari suatu sistem sudah sesuai dengan sistem nyatanya sehingga diharapkan pengambilan keputusan tentang sistem yang dimodelkan dapat dilakukan dengan tepat. Salah satu cara dalam validasi adalah dengan membandingkan output data dengan logika perhitungan sistem nyata. Dalam kondisi nyata pada perusahaan tingkat persentase rendemen penggunaan bahan baku pelat sebesar 80%, sedangkan dari hasil penelitian ini didapatkan rata-rata tingkat rendemen sebesar:

a. Rendemen variabel X32 sebesar:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Luas pelat yang termanfaatkan}}{\text{Luas pelat bakalan mula - mula}} \times 100\% \\ &= \frac{(2400 \times 1004) + (7 \times (576 \times 60)) + (432 \times 60) + (144 \times 97)}{2400 \times 1200} \times 100\% \\ &= 93\% \end{aligned}$$

b. Rendemen variabel X33 sebesar:

$$= \frac{\text{Luas pelat yang termanfaatkan}}{\text{Luas pelat bakalan mula} - \text{mula}} \times 100\%$$

$$= \frac{(2400 \times 1004) + (8 \times (576 \times 60))}{2400 \times 1200} \times 100\%$$

$$= 93\%$$

c. Rendemen variabel X38 sebesar:

$$= \frac{\text{Luas pelat yang termanfaatkan}}{\text{Luas pelat bakalan mula} - \text{mula}} \times 100\%$$

$$= \frac{(2400 \times 1004) + (576 \times 80) + (144 \times 80) + (432 \times 97) + (6 \times (576 \times 97))}{2400 \times 1200} \times 100\%$$

$$= 99\%$$

d. Rendemen variabel X64 sebesar:

$$= \frac{\text{Luas pelat yang termanfaatkan}}{\text{Luas pelat bakalan mula} - \text{mula}} \times 100\%$$

$$= \frac{(2400 \times 1004) + (432 \times 80) + (144 \times 97) + (7 \times (576 \times 80))}{2400 \times 1200} \times 100\%$$

$$= 97\%$$

e. Rendemen variabel X65 sebesar:

$$= \frac{\text{Luas pelat yang termanfaatkan}}{\text{Luas pelat bakalan mula - mula}} \times 100\%$$

$$= \frac{(2400 \times 1004) + (8 \times (576 \times 80))}{2400 \times 1200} \times 100\%$$

$$= 96\%$$

$$\text{Rendemen rata - rata} = \frac{93\% + 93\% + 99\% + 97\% + 96\%}{5} = 96\%$$

Analisa sensitivitas digunakan untuk mengetahui seberapa sensitifnya sebuah solusi optimal yang diperoleh, bila suatu nilai atau parameter diubah. Jika solusi kurang sensitif, maka para pengambil keputusan dapat lebih nyaman dalam menggunakan solusi tersebut, tapi bila solusi mudah berubah, maka mereka akan berusaha memperoleh estimasi yang lebih tepat pada parameter yang diduga. Kemungkinan perubahan terjadi pada koefisien fungsi objektif atau pada nilai di sisi sebelah kanan sebuah kendala.

a. Jumlah Waktu Mesin per Hari

Analisa sensitivitas dilakukan untuk melihat seberapa besar pengaruh penurunan jumlah waktu mesin per hari terhadap perubahan luasan pelat sisa yang dapat didapat. Jumlah waktu mesin per hari diturunkan sebesar 50% per hari. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perbandingan Luasan Pelat Sisa Antara Jumlah Waktu Mesin Tetap dengan Jumlah Waktu Mesin Berkurang 50%

Jumlah Waktu Mesin Tetap	Jumlah Waktu Mesin Berkurang 50%	Selisih
3752241 mm ²	3752241 mm ²	-

Pengurangan jumlah waktu mesin sebesar 50% per hari tidak memberikan dampak terhadap nilai optimal dari luasan pelat sisa. Walau pengurangan jumlah waktu mesin tidak memberikan dampak pada nilai optimal tetapi pengurangan jumlah waktu mesin per hari diikuti dengan berubahnya variabel-variabel yang memberikan nilai optimal. Perubahan variabel dari pengurangan jumlah waktu mesin dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 *Output* dari Jumlah Waktu Mesin Berkurang 50%

Variabel	Value
X15	25
X35	6
X59	13

Pada analisa sensitivitas di bagian ini menunjukkan bila jumlah waktu mesin potong berkurang 50% tidak merubah nilai optimal dari model matematis secara signifikan, dengan demikian dikatakan solusi relatif insensitif terhadap perubahan parameter jumlah waktu mesin potong. Komposisi masing-masing ukuran pelat yang didapat dengan variabel dan *value* yang didapatkan dari model matematis dengan mengurangi jumlah waktu mesin sebanyak 50% per hari:

1. Ukuran Pelat 1 (600 x 502 x 3) sebanyak 352 buah
2. Ukuran Pelat 2 (144 x 97 x 3) sebanyak 708 buah
3. Ukuran Pelat 3 (144 x 60 x 3) sebanyak 350 buah
4. Ukuran Pelat 4 (144 x 40 x 3) sebanyak 700 buah

b. Jumlah Waktu Operator Pengesetan

Analisa sensitivitas dilakukan untuk melihat seberapa besar pengaruh penurunan jumlah waktu operator pengesetan terhadap perubahan luasan pelat sisa yang dapat didapat. Jumlah waktu operator pengesetan per hari diturunkan sebesar 50% per hari. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perbandingan Luasan Pelat Sisa dari Jumlah Waktu Operator Pengesetan Tetap dengan Jumlah Waktu Operator Pengesetan Berkurang 50%

Jumlah Waktu Operator Pengesetan Tetap	Jumlah Waktu Operator Pengesetan Berkurang 50%	Selisih
3752241 mm ²	3752241 mm ²	-

Walau luasan pelat sisa pada model matematis dengan pengurangan jumlah waktu operator pengesetan sebesar 50% bernilai sama, akan tetapi variabel-variabel yang memberikan nilai optimal pada analisa sensitivitas ini berubah. Perubahan variabel dan *value* dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 *Output* dari Jumlah Waktu Operator Pengesetan Berkurang 50%

Variabel	<i>Value</i>
X14	25
X26	1
X48	2
X53	16

Walau variabel yang muncul pada analisa sensitivitas jumlah waktu operator pengesetan berkurang 50% berbeda dari variabel permodelan matematis dengan kendala jumlah waktu operator pengesetan tetap, tetapi jumlah masing-masing ukuran pelat yang didapat sama dengan jumlah masing-masing ukuran pelat yang didapat dari permodelan matematis diawal, yaitu sebesar:

1. Ukuran Pelat 1 (600 x 502 x 3) sebanyak 352 buah
2. Ukuran Pelat 2 (144 x 97 x 3) sebanyak 708 buah
3. Ukuran Pelat 3 (144 x 60 x 3) sebanyak 350 buah
4. Ukuran Pelat 4 (144 x 40 x 3) sebanyak 700 buah

c. Jumlah Waktu Operator Pemotongan

Analisa sensitivitas dilakukan untuk melihat seberapa besar pengaruh penurunan jumlah waktu operator pemotongan terhadap perubahan luasan pelat sisa yang dapat didapat. Jumlah waktu operator pemotongan per hari diturunkan sebesar 50% per hari. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Perbandingan Luasan Pelat Sisa dari Jumlah Waktu Operator Pemotongan Tetap dengan Jumlah Waktu Operator Pemotongan Berkurang 50%

Jumlah Waktu Waktu Pemotongan Tetap	Jumlah Waktu Operator Pemotongan Berkurang 50%	Selisih
3752241 mm ²	3752241 mm ²	-

Perubahan parameter jumlah waktu operator pemotongan pada Analisa sensitivitas dengan mengurangi 50% dari jumlah waktu operator tetap tidak memberikan perubahan pada solusi optimal dengan kata lain, solusi relatif insensitif pada perubahan parameter jumlah waktu operator pemotongan.

d. Jumlah Waktu Mesin, Waktu Operator Pengesetan dan Waktu Operator Pemotongan

Analisa sensitivitas dilakukan untuk melihat seberapa besar pengaruh penambahan waktu kerja (lembur sebanyak empat jam per hari) untuk mesin potong yang ada dan operator pengesetan serta operator pemotongan. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Perbandingan Luasan Pelat Sisa dari Jumlah Waktu Kerja Tetap dengan Jumlah Waktu Kerja Ditambah (Lembur 4 jam)

Jumlah Waktu Kerja Tetap	Jumlah Waktu Kerja Ditambah 4 jam	Selisih
3752241 mm ²	3752241 mm ²	-

Tabel 4.15 *Output* dari Jumlah Waktu Kerja Yang Ditambah 4 jam

Variabel	Value
X12	29
X32	1
X55	8
X62	6

Hasil-hasil masing pelat ukuran pada analisa sensitivitas ini

1. Ukuran Pelat 1 (600 x 502 x 4) sebanyak 352 buah
2. Ukuran Pelat 2 (144 x 97 x 3) sebanyak 708 buah
3. Ukuran Pelat 3 (144 x 60 x 3) sebanyak 350 buah
4. Ukuran Pelat 4 (144 x 40 x 3) sebanyak 700 buah

Pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15 menunjukkan bahwa penambahan waktu kerja sebanyak 4 jam per hari untuk Mesin Potong, Operator Pengesetan, dan Operator Pemotongan tidak memberikan dampak terhadap nilai optimal dari luasan pelat sisa. Dari hal ini dapat dikatakan bila solusi relatif insensitif terhadap pengaruh penambahan waktu kerja 4 jam untuk mesin potong dan operator pemotongan. Sehingga perusahaan tidak perlu mengupayakan lembur bila menginginkan minimalisasi luasan pelat sisa dari bahan baku pelat lembaran.

e. Biaya Produksi

Analisa sensitivitas dilakukan untuk melihat seberapa besar pengaruh peningkatan biaya produksi masing-masing pola-pola pemotongan terhadap perubahan luasan pelat sisa. Biaya produksi untuk masing-masing pola pemotongan pelat dalam formulasi model dinaikan 15%. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Perbandingan Luasan Pelat Sisa antara Model Matematis Kendala Biaya Produksi Tetap dengan Biaya Produksi Naik 15%

Biaya Produksi Tetap	Biaya Produksi Naik 15%	Selisih
3752241 mm ²	3752241 mm ²	-

Kenaikan biaya produksi sebesar 15% tidak memberikan dampak terhadap solusi luas pelat sisa yang paling minimal sehingga perusahaan tidak perlu melakukan langkah antisipasi pada saat terjadi peningkatan biaya produksi.

4.6 Pembahasan

Berikut ini akan dijabarkan hasil pembahasan hasil penelitian mengenai pemilihan pola-pola pemotongan pelat yang mampu untuk meminimasi pelat sisa hasil proses pemotongan lembaran pelat bakalan.

Tujuan dalam penelitian ini adalah membantu mencari pola-pola potong yang dapat meminimasi pelat sisa dengan bantuan metode *Integer Linear Programming*. Penelitian ini memberikan hasil luasan pelat sisa yang dapat minimasi dari pemotongan empat produk pelat sebesar 3.752.241 mm². Dengan jumlah permintaan yang sama, yang dipakai dalam penelitian ini maka luasan pelat sisa yang dihasilkan dengan cara pemotongan pelat yang lama sebesar 21.561.600 mm².

Dari hasil analisa sensitivitas pada *sub* bab sebelumnya menunjukkan bila terjadi beberapa perubahan parameter seperti berkurangnya waktu mesin sebesar 50% dari waktu kerja mesin regular, berkurangnya waktu kerja operator pengesetan dan pemotongan pelat berkurang 50% dari waktu kerja regular, naiknya biaya produksi sebesar 15% dari biaya produksi sekarang, serta penambahan waktu kerja lembur pun, solusi optimal yang diperoleh dari permodelan matematis ini tidak menampakkan perubahan dengan kata lain solusi optimal dinilai cukup insensitif terhadap beberapa perubahan tersebut.

Dalam kata lain hasil akhir dari penelitian ini cukup mumpuni untuk membantu perusahaan dalam menekan pelat sisa dari proses pemotongan lembaran pelat bakalan.

Akan tetapi bila hasil penelitian ini ingin diterapkan pada perusahaan ada beberapa hal yang harus dipenuhi terlebih dahulu. Beberapa hal tersebut antara lain:

1. Bagian perencanaan produksi harus membuat pola-pola pemotongan suatu produk pelat sebelum memberikan order pekerjaan kepada bagian pemotongan.
2. Harus diadakan perhitungan model matematis (baik perhitungan data-data terkait seperti luasan pelat sisa serta waktu proses dari pola-pola pemotongan yang telah dibuat dan pengolahan model matematis dari data-data tersebut) saat akan menentukan pola-pola pemotongan pelat, yang hal ini berdampak pada penambahan beban kerja dari bagian perencanaan produksi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penentuan pola pemotongan pelat lembaran merupakan masalah tersendiri yang sering dihadapi oleh perusahaan manufaktur. Oleh karena itu dengan penentuan pola potong yang sesuai akan menghasilkan pelat sisa potong yang minimum.

Pada tesis ini, diusulkan suatu Model *Integer Linear Programming* yang akan menentukan pola pemotongan pelat dari satu ketebalan pelat, sehingga diperoleh pelat sisa yang seminimum mungkin dengan batasan-batasan antara lain, batasan jumlah permintaan tiap ukuran pelat, batasan waktu operator pengesetan pelat yang tersedia dalam satu hari, batasan waktu mesin potong *guillotine* yang tersedia dalam satu hari, batasan waktu operator pemotongan pelat yang tersedia dalam satu hari, batasan jumlah pelat yang tersedia dalam satu hari, batasan biaya produksi untuk satu hari, serta batasan jumlah total pola potong yang ditentukan dalam satu hari.

Model tersebut kemudian diselesaikan dengan bantuan *Software Lingo 11* dan diperoleh jumlah pelat sisa minimum sebesar 3752241 mm² dengan rendemen rata-rata sebesar 96%.

Dari Analisa Sensitivitas yang dilakukan terhadap parameter waktu mesin potong, waktu operator pengesetan, waktu operator pemotongan dan biaya produksi, solusi yang didapat dari formulasi matematis yang ada pada tesis ini relatif bersifat insensitif terhadap perubahan beberapa parameter tersebut.

5.2 Saran

Dalam tesis ini, model matematis yang digunakan hanya berlaku untuk satu ukuran tebal pelat bakalan saja dan dibatasi untuk empat ukuran pelat yang dipotong. Oleh karenanya, diperlukan usaha penelitian lanjutan dengan membuat model matematis untuk pemotongan pelat dengan berbagai macam ketebalan pelat dan berbagai ukuran panjang dan lebar.

DAFTAR PUSTAKA

Ardian, A. (2012), *Teori Pembentukan Bahan*, Bahan Kuliah, Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.

Groover, M.P., (2001), *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Process, and System* (2nd edition), John Wiley & Sons, Inc., New York.

Kementrian Pertanian Republik Indonesia (2014), *Buletin Bulanan Indikator Makro Sektor Pertanian* Vol. III, No. 3, Maret 2014, Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementrian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.

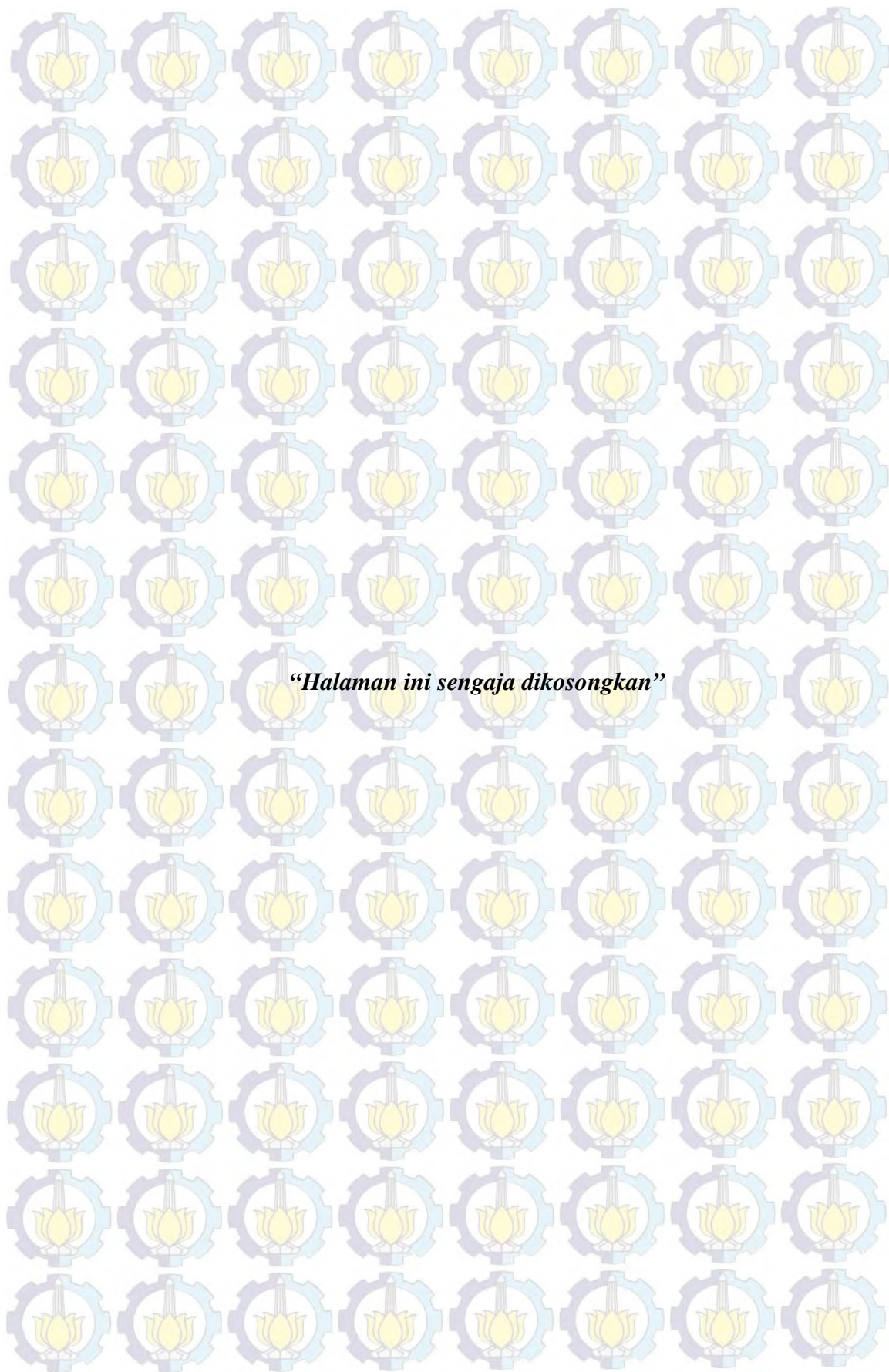
Mulyono, S. (2002), *Riset Operasi*, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.

Subagyo, P., A sri, M., Handoko, T. Hani, (2010), *Dasar-Dasar Operation Research* (2nd edition), BPFE, Yogyakarta.

Taha, H.A, (2007), *Operation Research: An Introduction* (8th edition), Pearson Education, Inc., New Jersey.

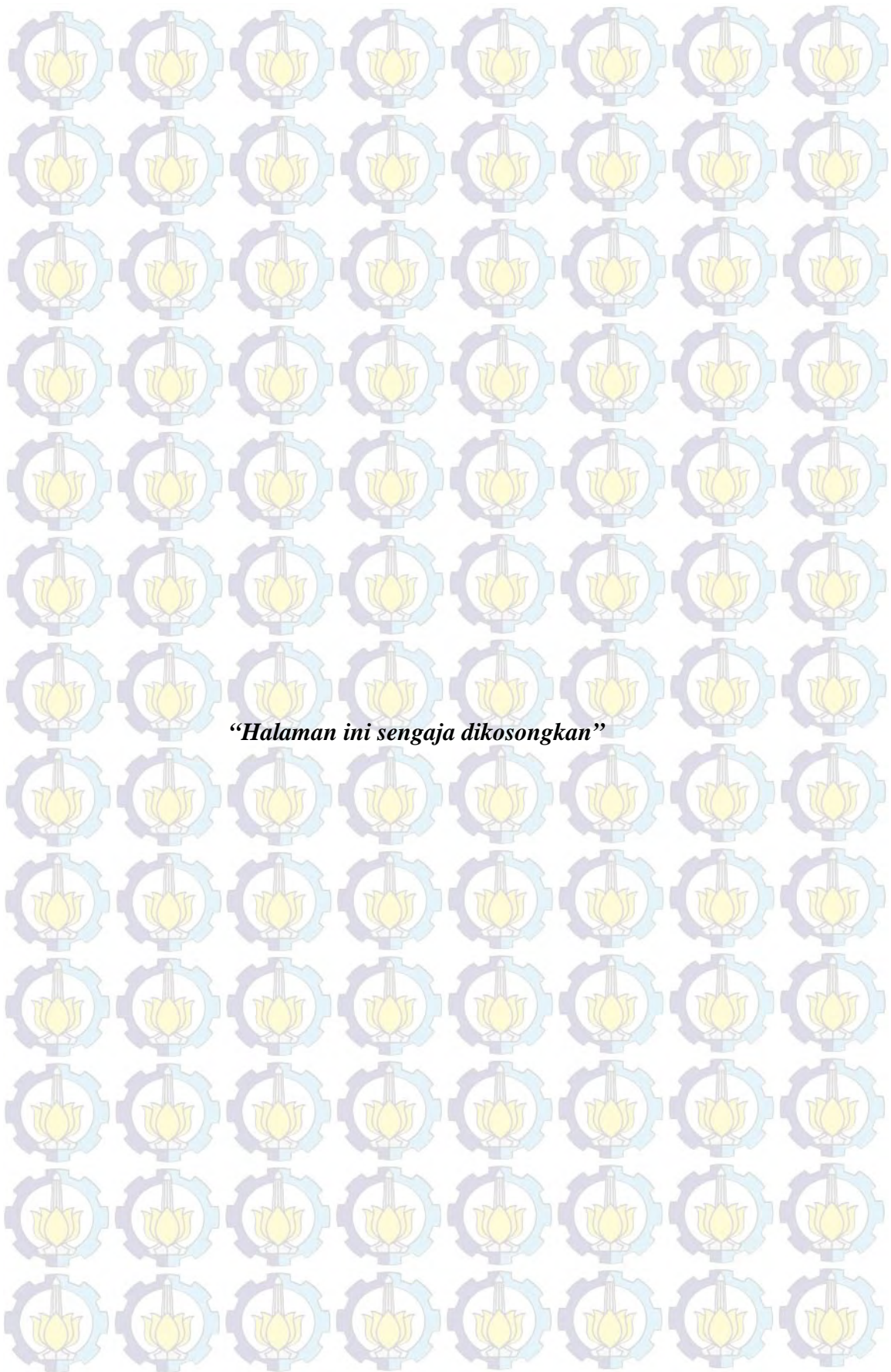
Yuniardi, D. (2011), *Modul Praktikum Proses Produksi*, Petunjuk Praktikum, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Depok.

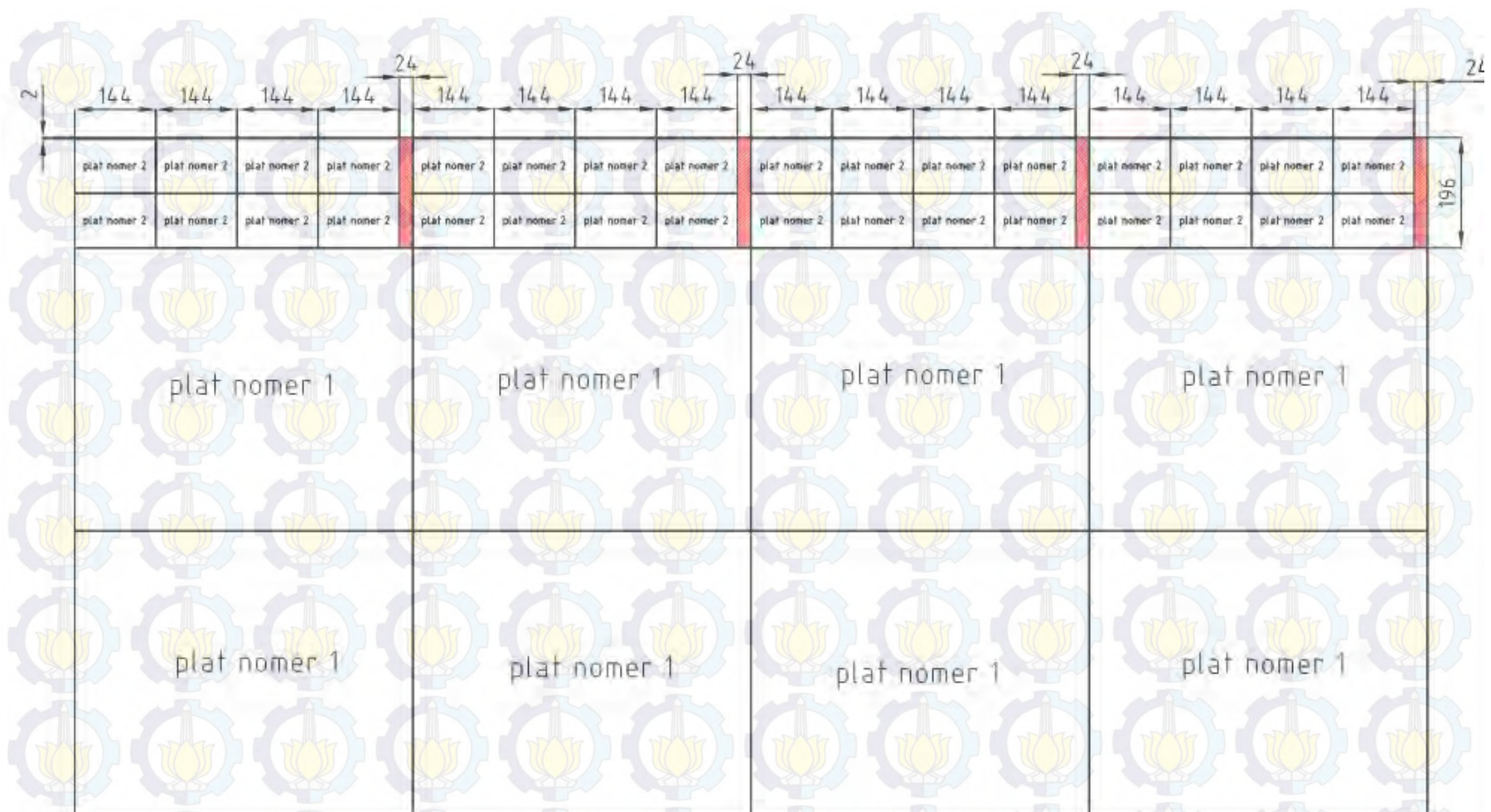
Zulfikarijah, F. (2003). *Operation Research*, Bayumedia Publishing, Malang.



Lampiran 1

Pola-pola Pemotongan: Pola Potong 01 – Pola Potong 457





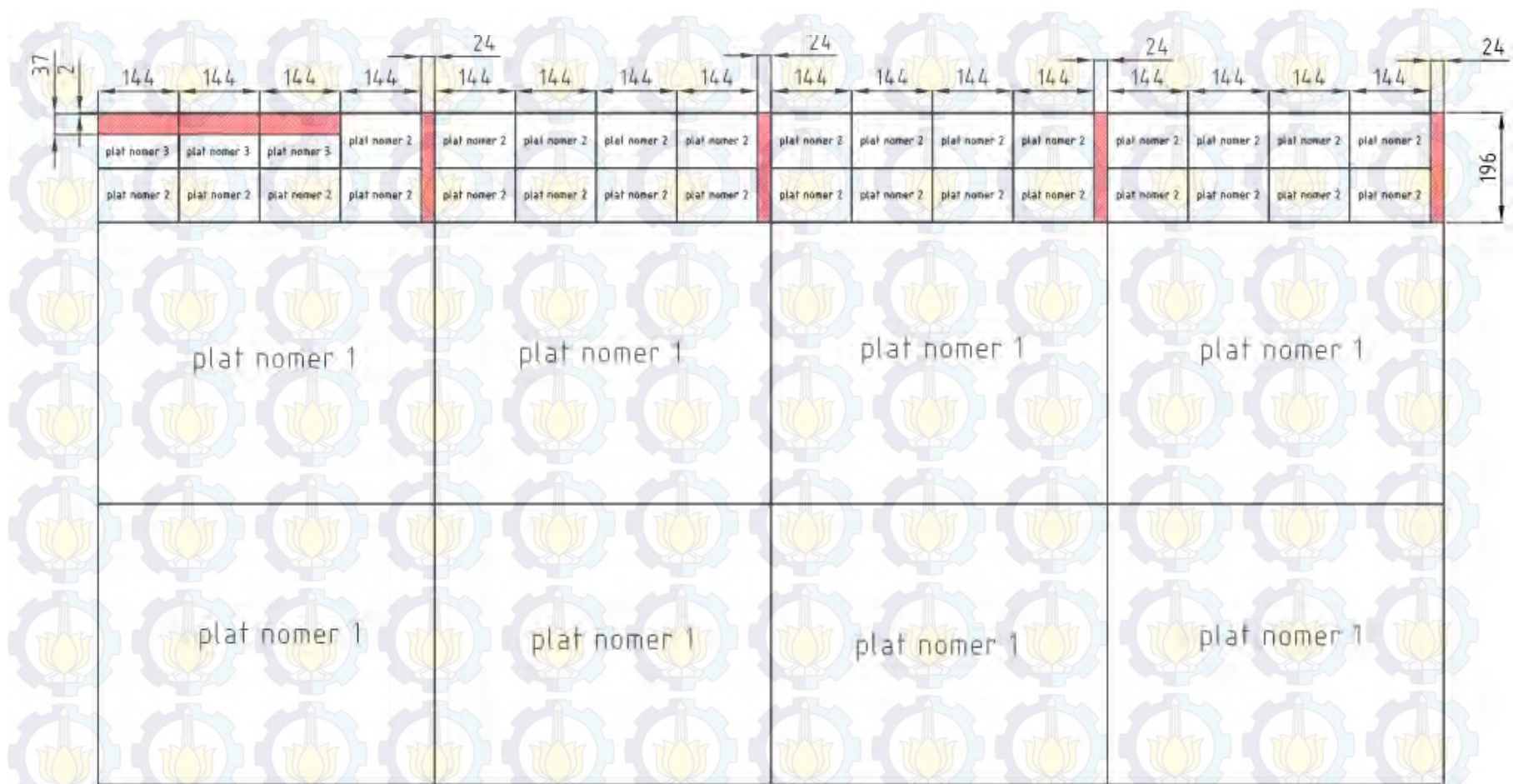
Gambar L1.1 Pola Potong 01



Gambar L1.2 Pola Potong 02

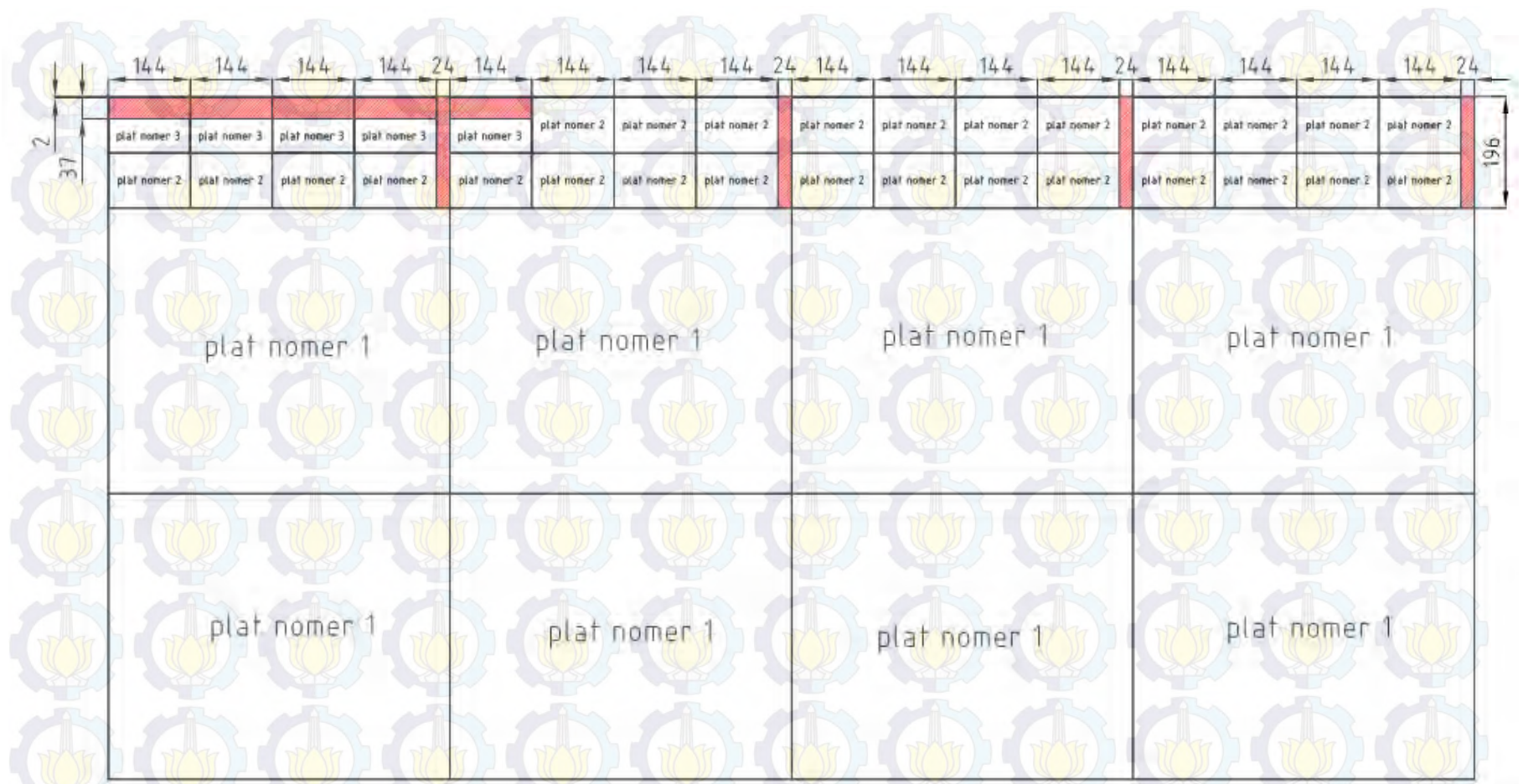


Gambar L1.3 Pola Potong 03

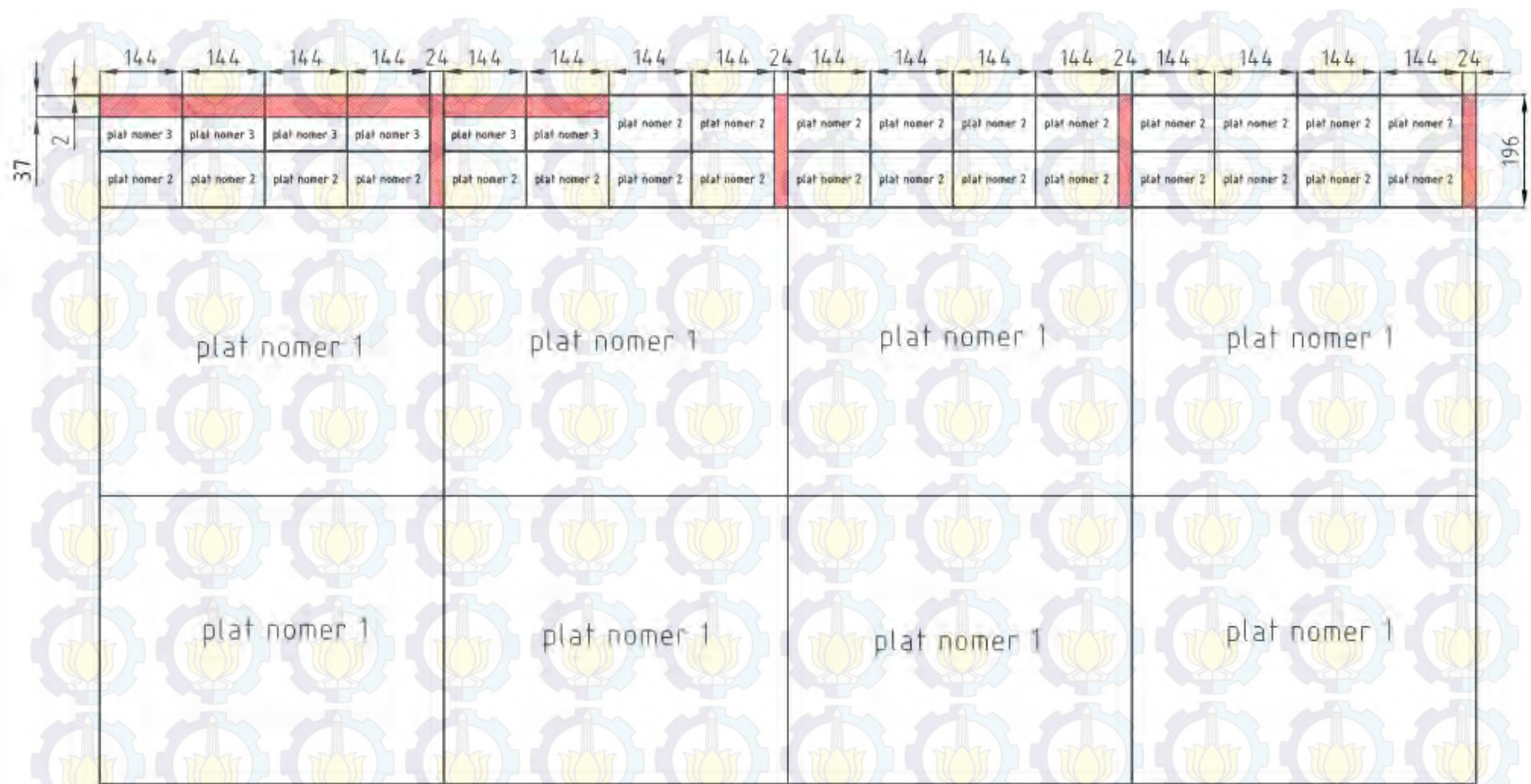


Gambar L1.4 Pola Potong 04





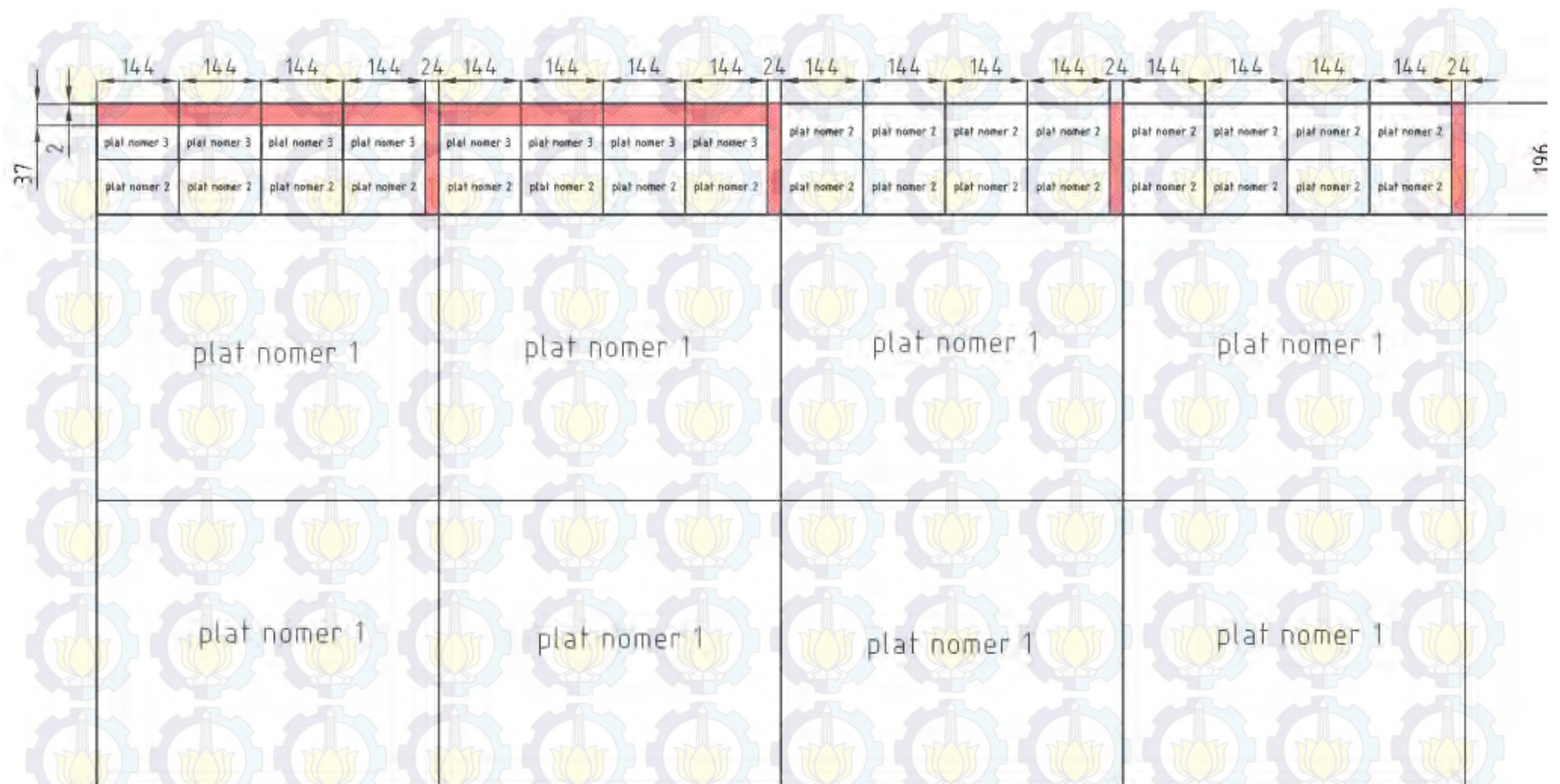
Gambar L1.6 Pola Potong 06



Gambar L1.7 Pola Potong 07



Gambar L1.8 Pola Potong 08



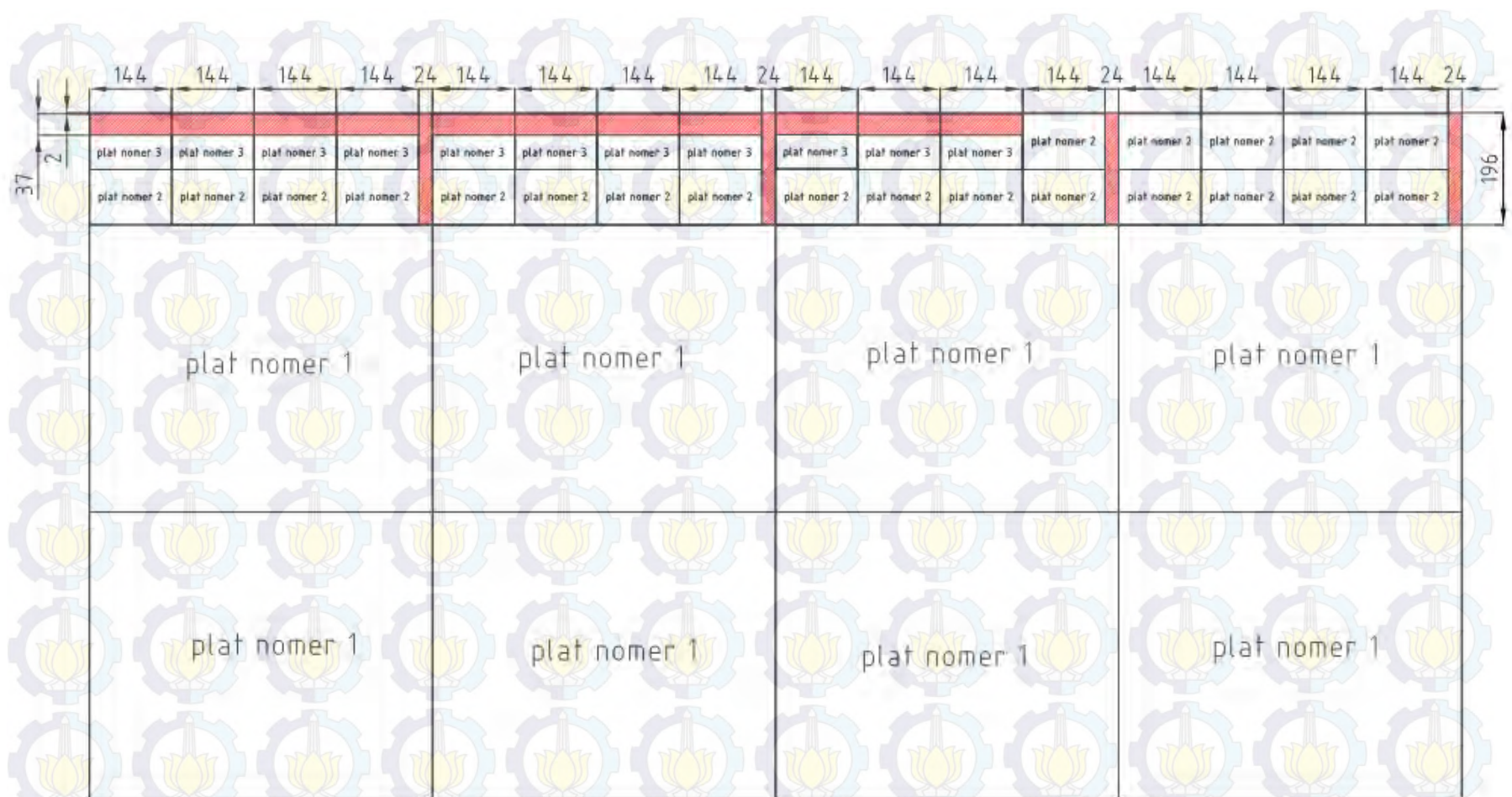
Gambar L1.9 Pola Potong 09



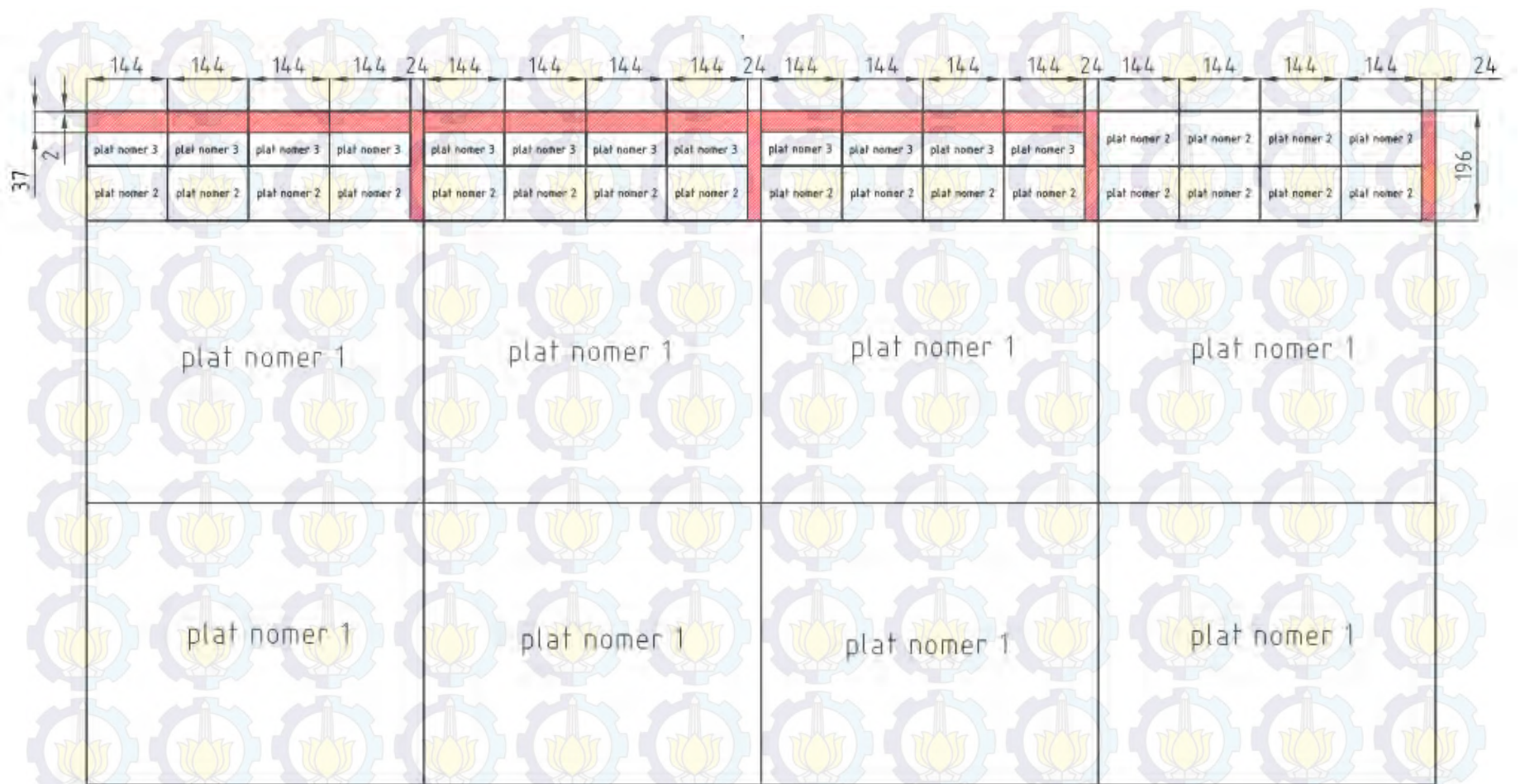
Gambar L1.10 Pola Potong 10



Gambar L1.11 Pola Potong 11



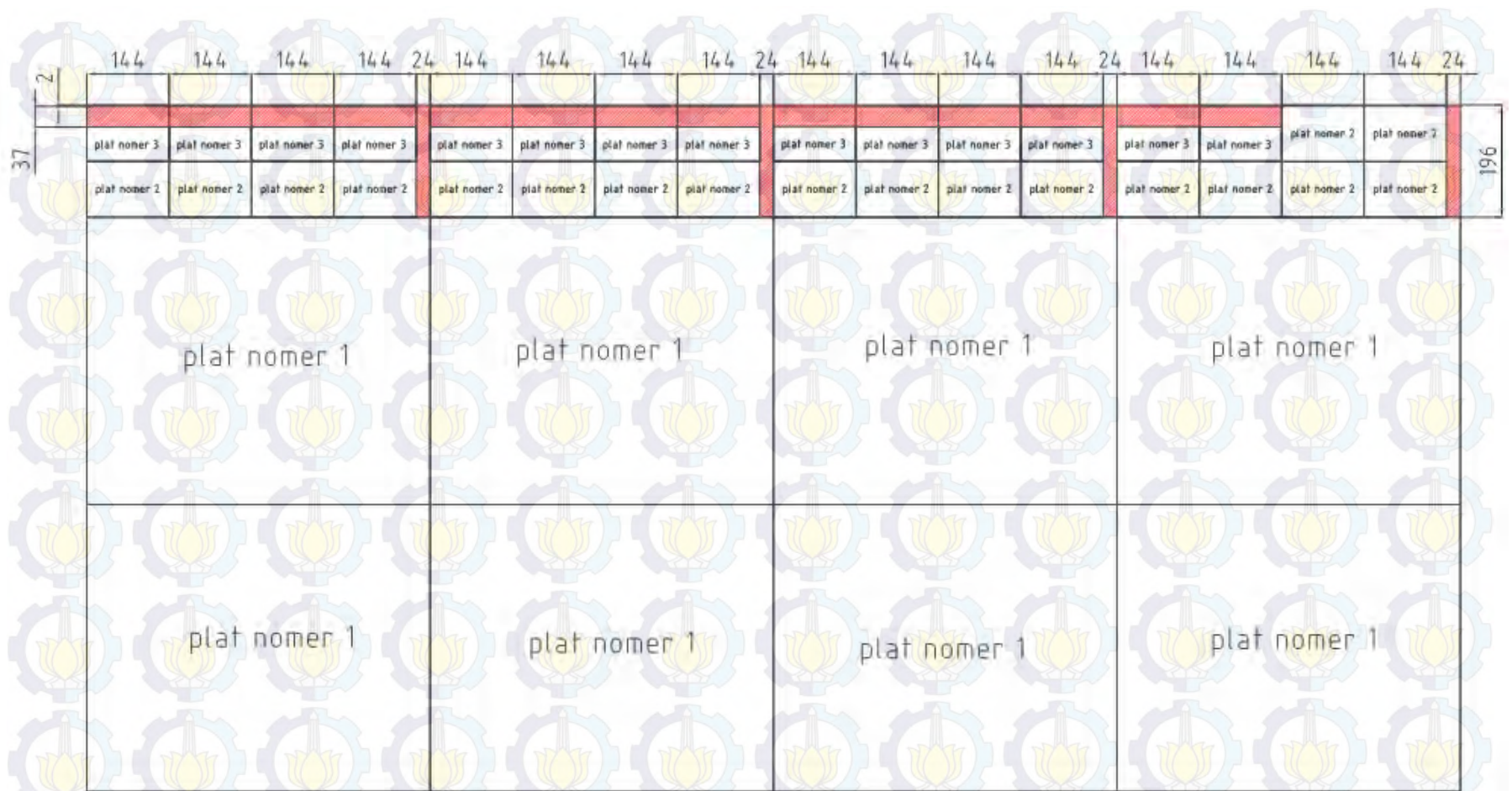
Gambar L1.12 Pola Potong 12



Gambar L1.13 Pola Potong 13



Gambar L1.14 Pola Potong 14



Gambar L1.15 Pola Potong 15



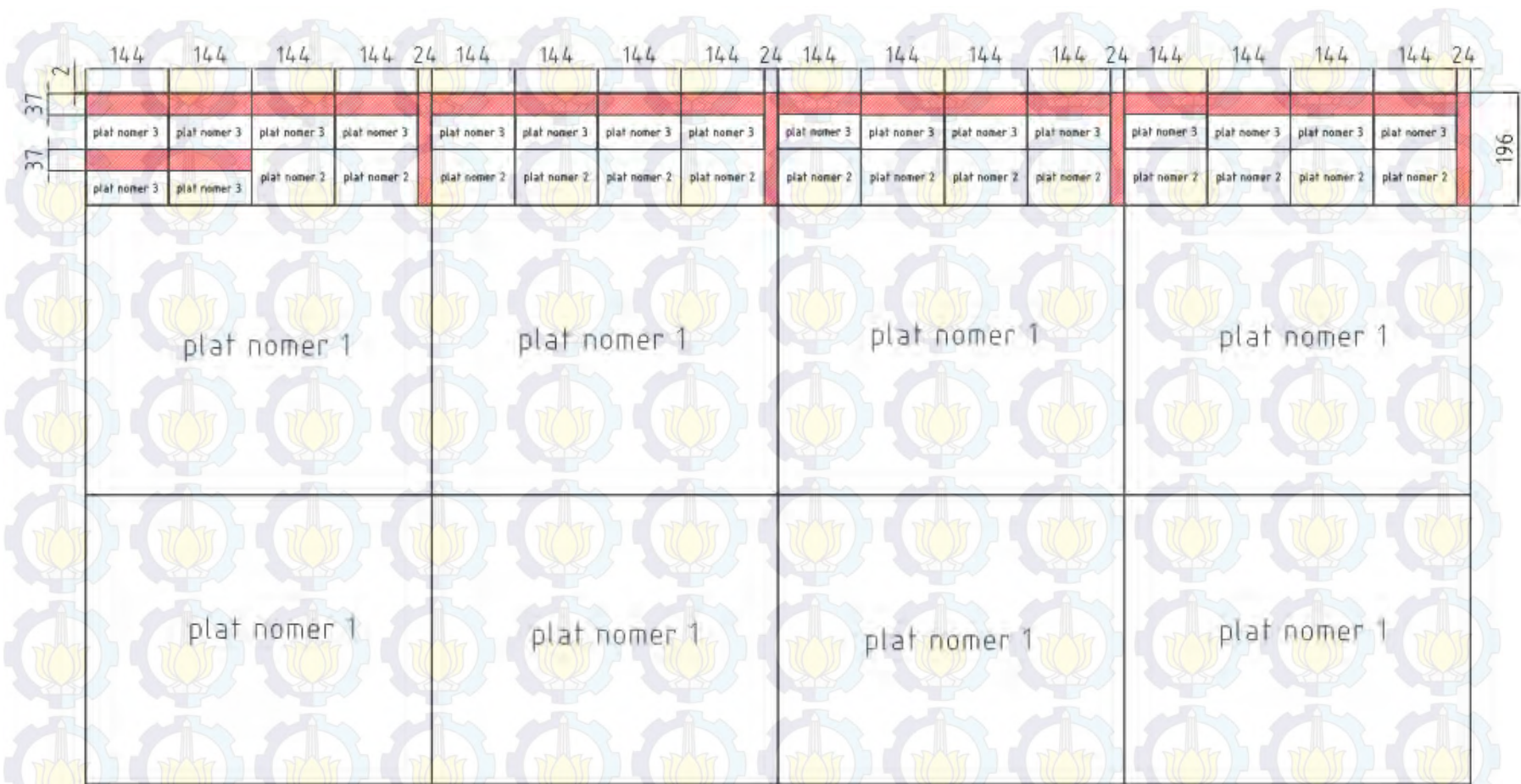
Gambar L1.16 Pola Potong 16

37	2	144	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	196
		plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3		
		plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2		
plat nomer 1																							
plat nomer 1																							

Gambar L1.17 Pola Potong 17



Gambar L1.18 Pola Potong 18



Gambar L1.19 Pola Potong 19



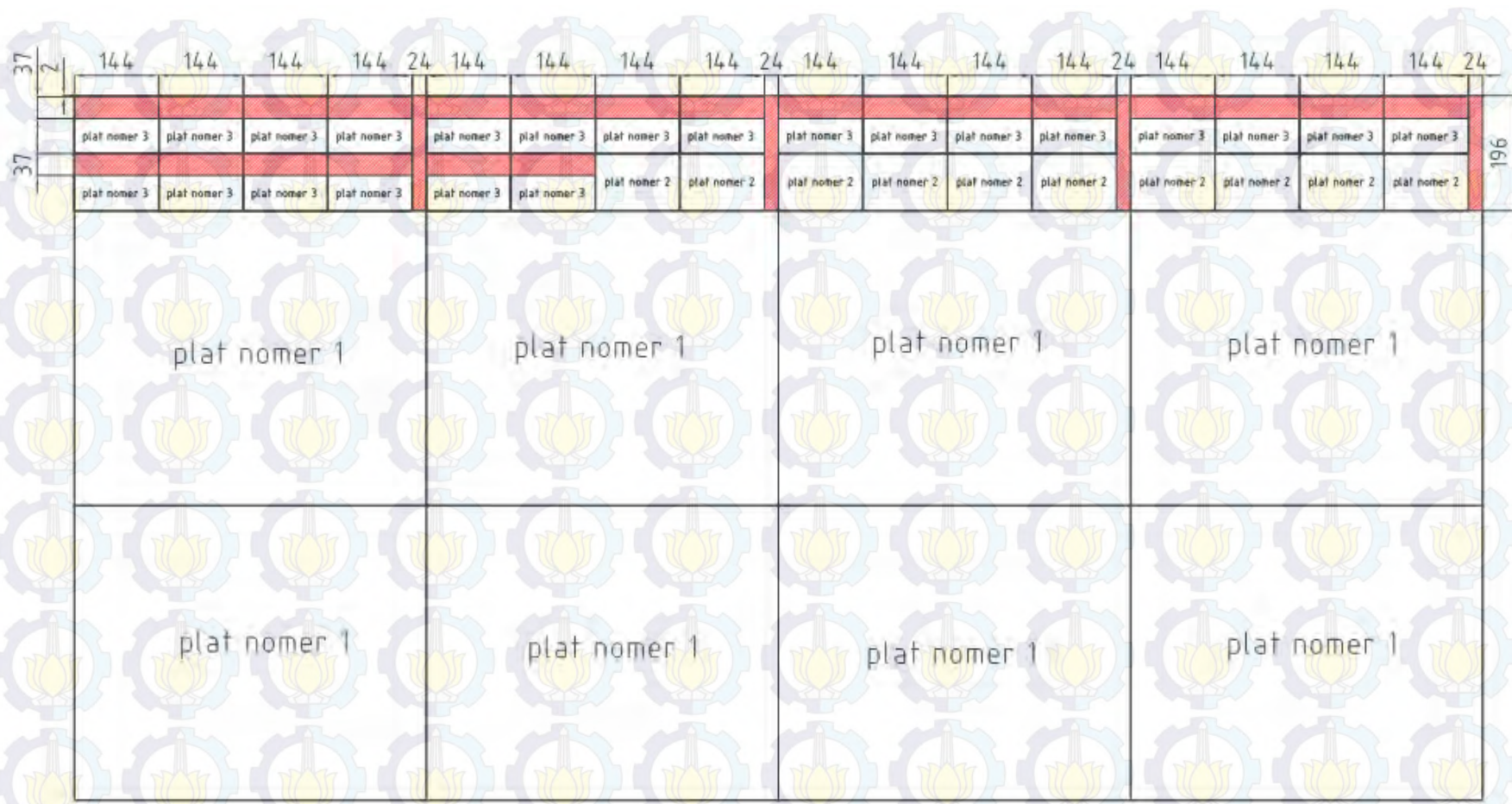
Gambar L1.20 Pola Potong 20



Gambar L1.21 Pola Potong 21



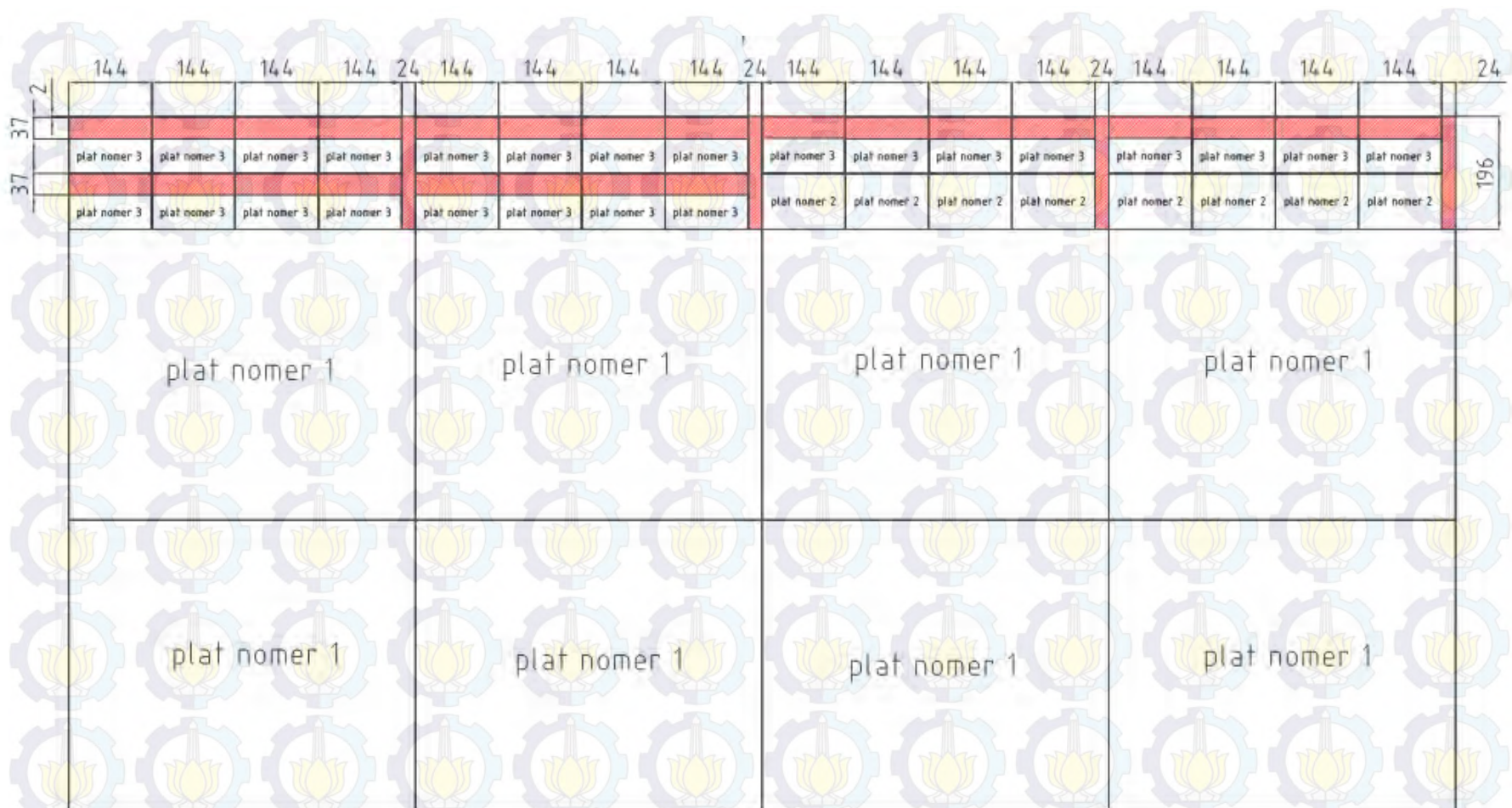
Gambar L1.22 Pola Potong 22



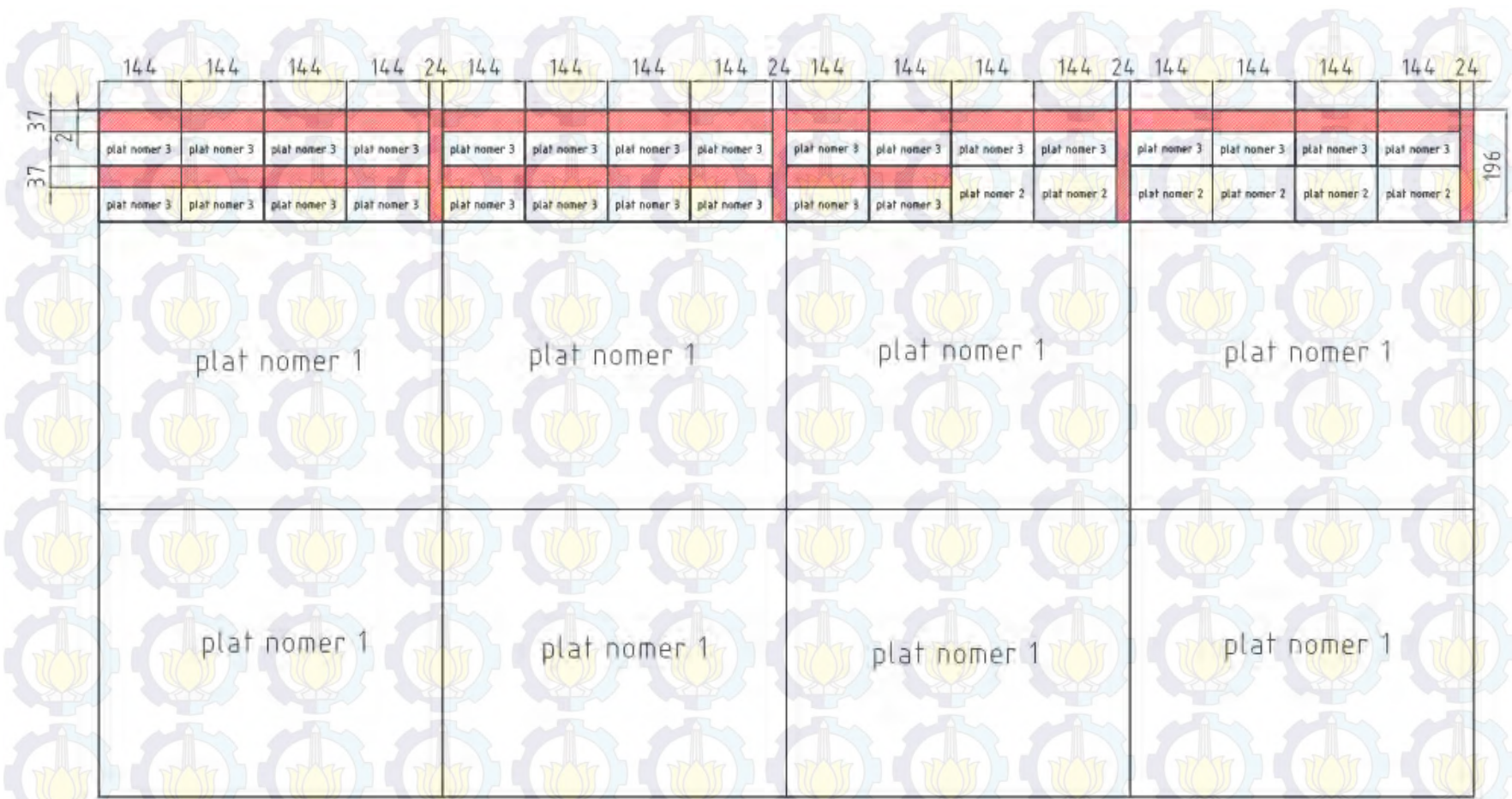
Gambar L1.23 Pola Potong 23

	144	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	
37	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	196
37	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	
	plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1					
	plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1					

Gambar L1.24 Pola Potong 24



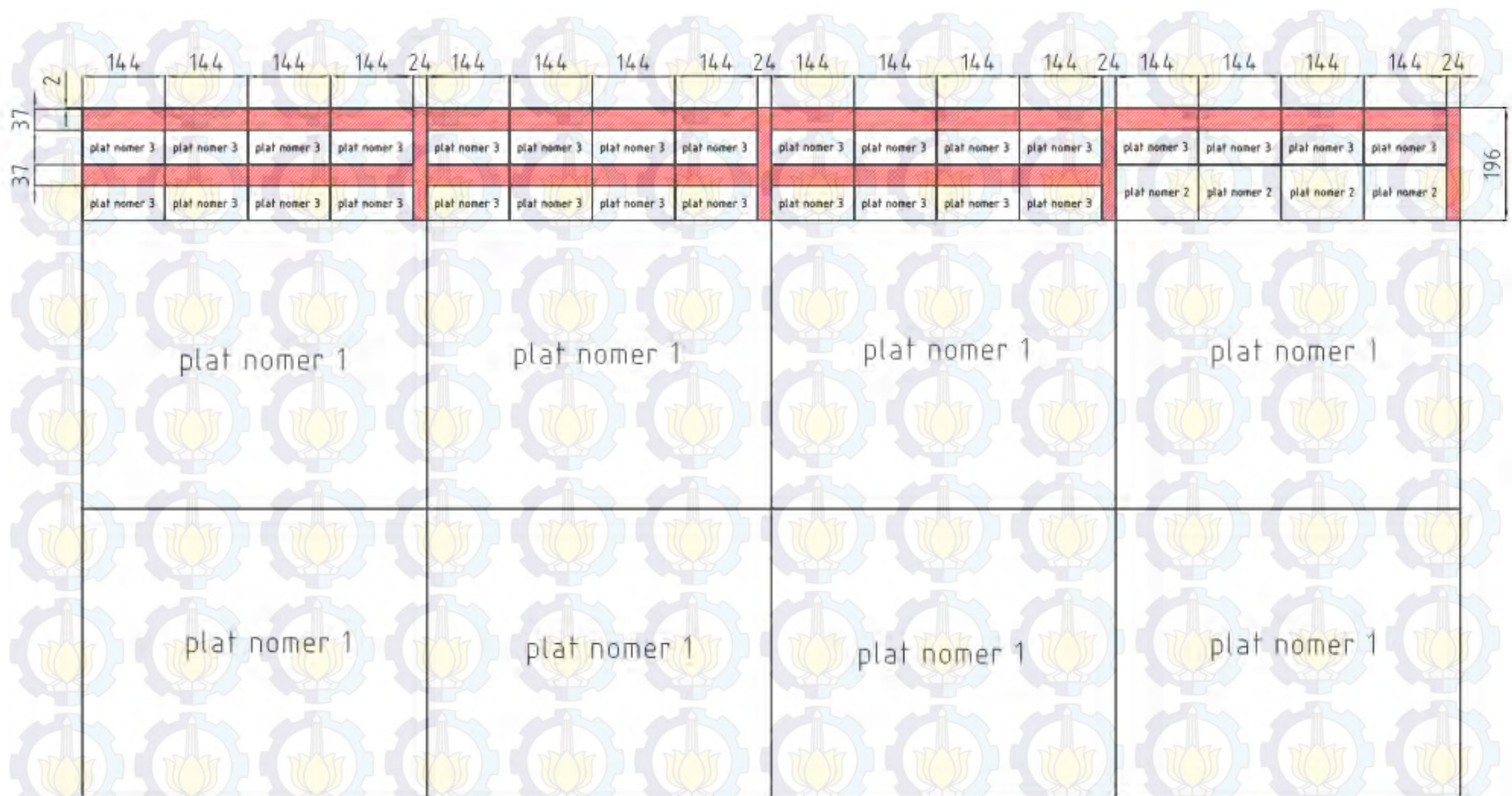
Gambar L1.25 Pola Potong 25



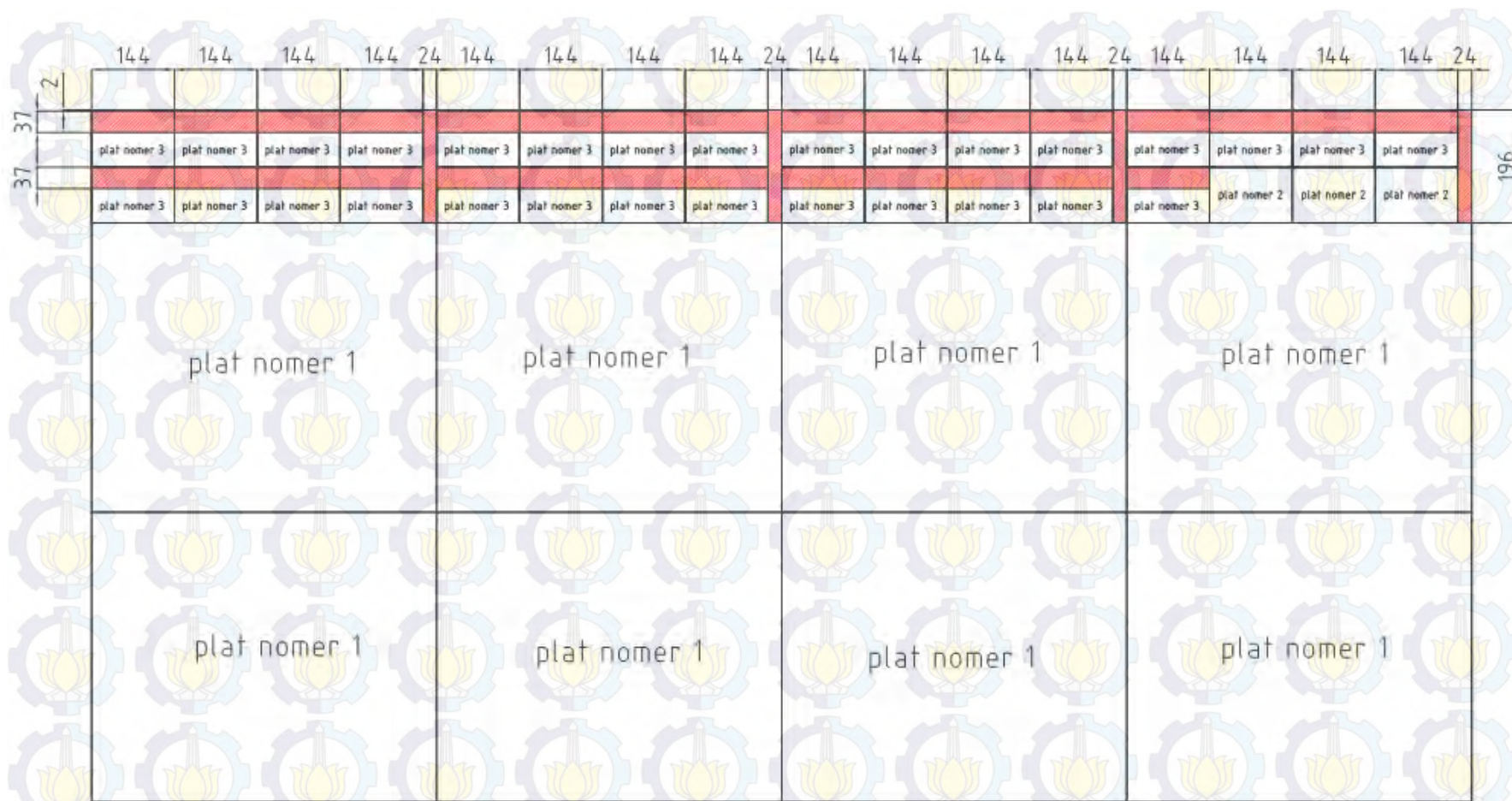
Gambar L1.27 Pola Potong 27

		144	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	144	24
37	2	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	196
37		plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	
<div> <div>plat nomer 1</div> <div>plat nomer 1</div> <div>plat nomer 1</div> <div>plat nomer 1</div> </div>																				
<div> <div>plat nomer 1</div> <div>plat nomer 1</div> <div>plat nomer 1</div> <div>plat nomer 1</div> </div>																				

Gambar L1.28 Pola Potong 28



Gambar L1.29 Pola Potong 29



Gambar L1.30 Pola Potong 30



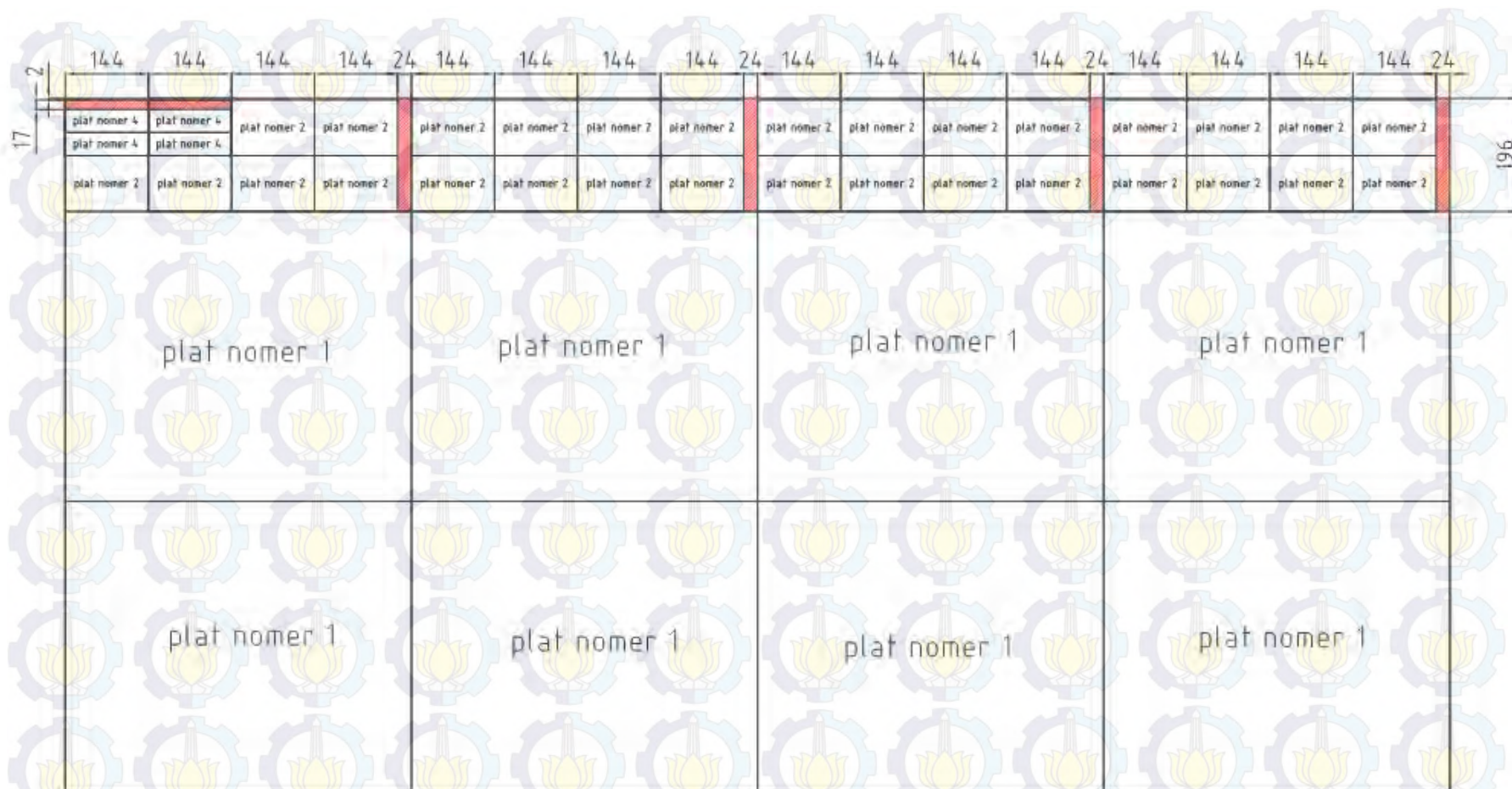
Gambar L1.32 Pola Potong 32



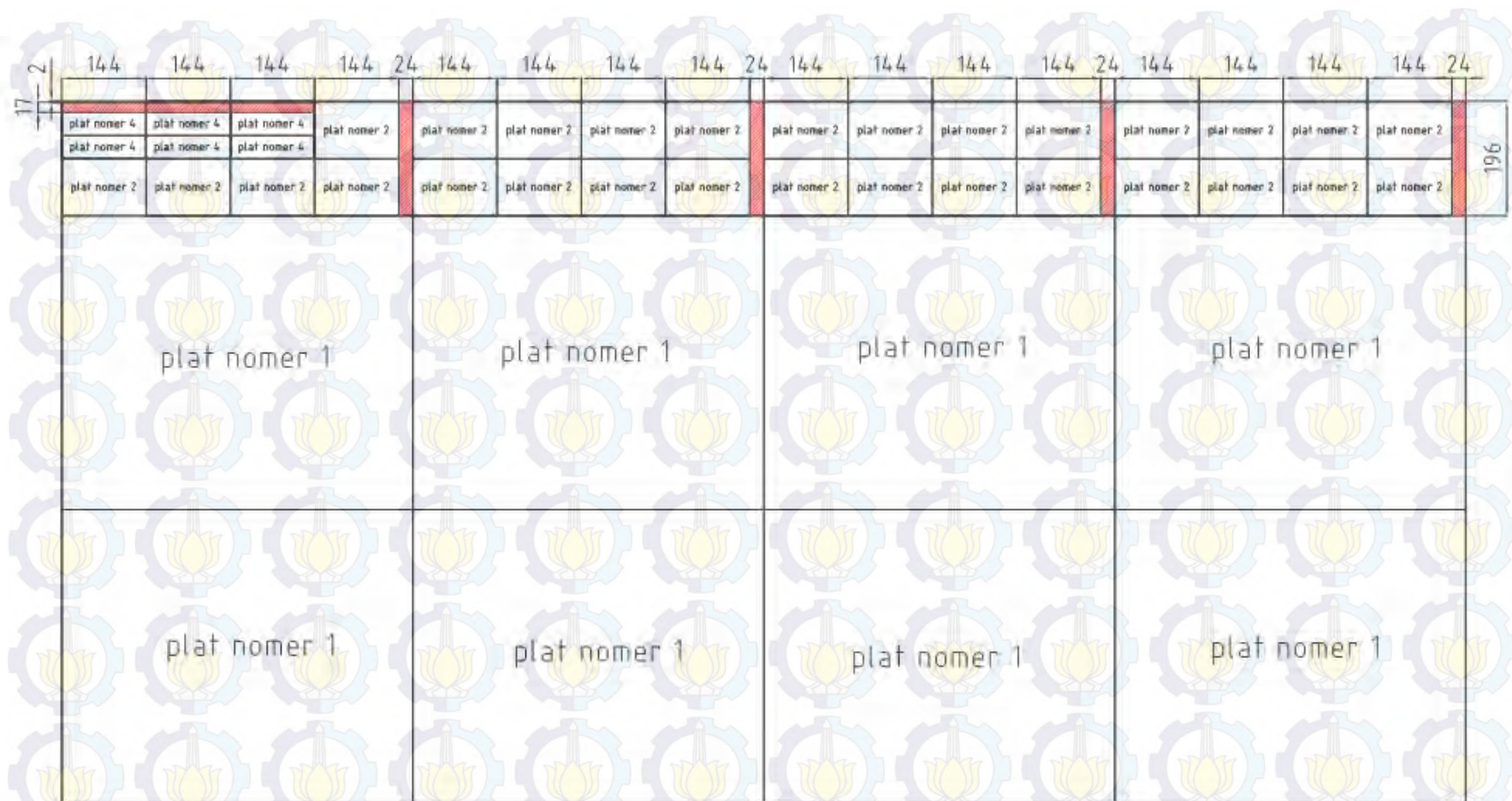
Gambar L1.33 Pola Potong 33



Gambar L1.34 Pola Potong 34



Gambar L1.35 Pola Potong 35



Gambar L1.36 Pola Potong 36



Gambar L1.37 Pola Potong 37

17	2	144	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	144	24	144	144	144	24	
		plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	196
		plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	
		plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	
plat nomer 1																				
plat nomer 1																				
plat nomer 1																				
plat nomer 1																				

Gambar L1.38 Pola Potong 38

17	2	144	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24
		plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	196
		plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	
		plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	
plat nomer 1						plat nomer 1						plat nomer 1						plat nomer 1				
plat nomer 1						plat nomer 1						plat nomer 1						plat nomer 1				

Gambar L1.40 Pola Potong 40

17	2	14 4	14 4	14 4	14 4	24	14 4	14 4	14 4	14 4	24	14 4	14 4	14 4	24	14 4	14 4	14 4	24	
		plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	196
		plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	
		plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	
plat nomer 1																				
plat nomer 1																				
plat nomer 1																				
plat nomer 1																				

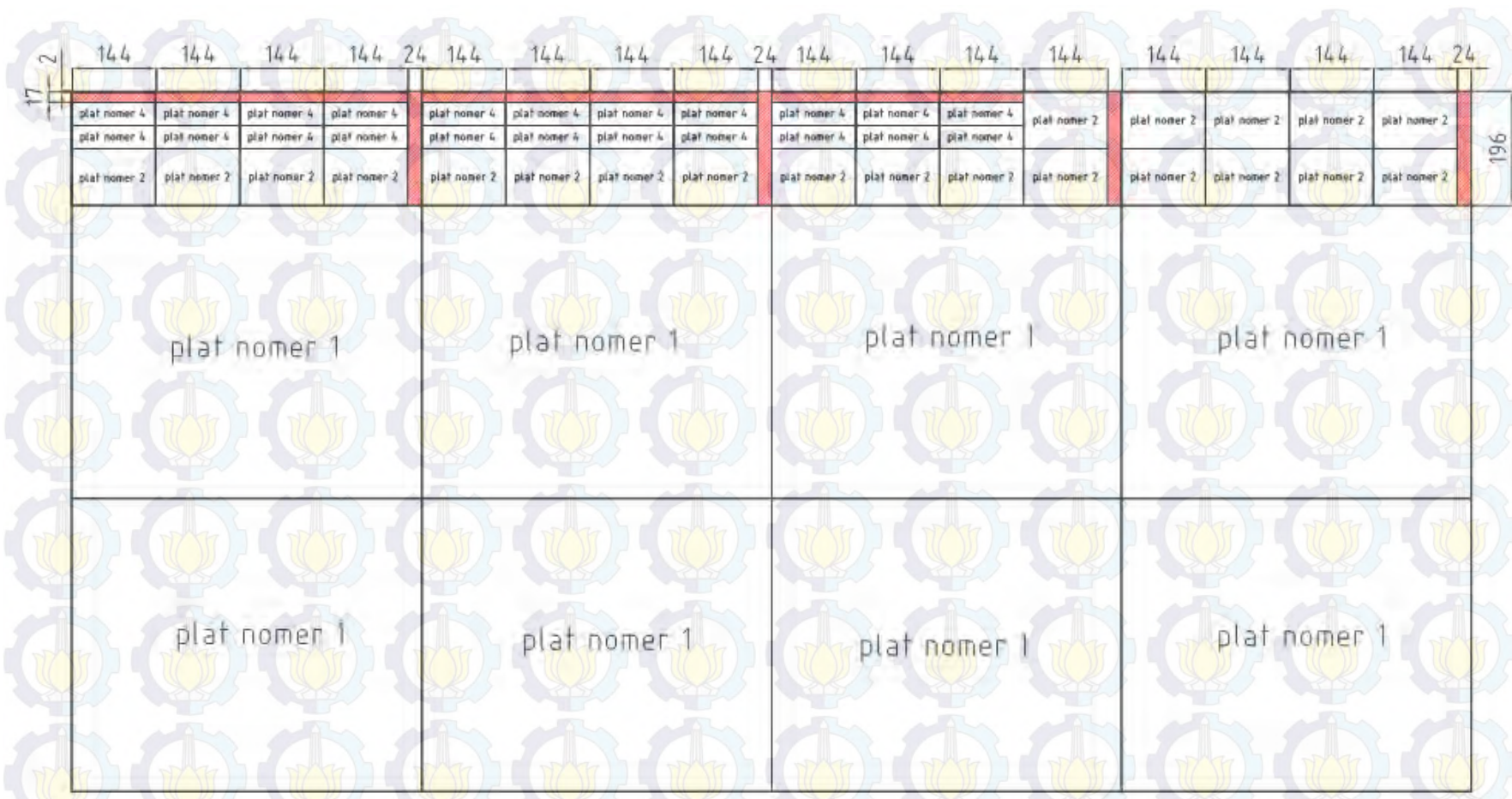
Gambar L1.41 Pola Potong 41



Gambar L1.42 Pola Potong 42

17	2	144	144	144	144	24	144	144	144	144	24	144	144	144	144	24	144	144	144	144	24	
		plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	196
		plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	
		plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	
		plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1								
		plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1								

Gambar L1.43 Pola Potong 43



Gambar L1.44 Pola Potong 44

17

2

14 4	14 4	14 4	14 4	24	14 4	14 4	14 4	24	14 4	14 4	14 4	24	14 4	14 4	14 4	24	14 4	14 4	14 4	24
plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2				
plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2				
plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2				
plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1								
plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1								

196

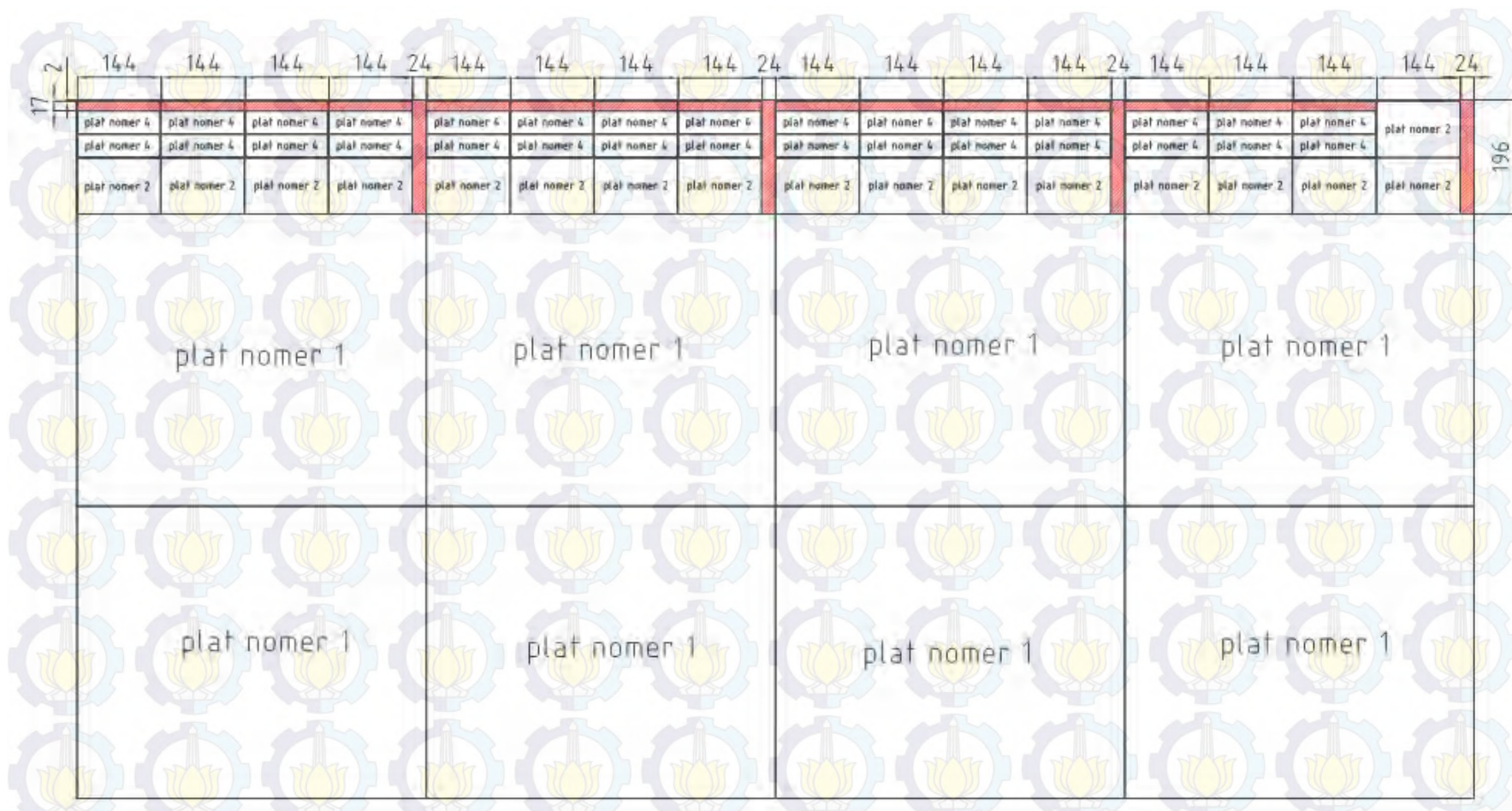
Gambar L1.45 Pola Potong 45



Gambar L1.46 Pola Potong 46



Gambar L1.47 Pola Potong 47



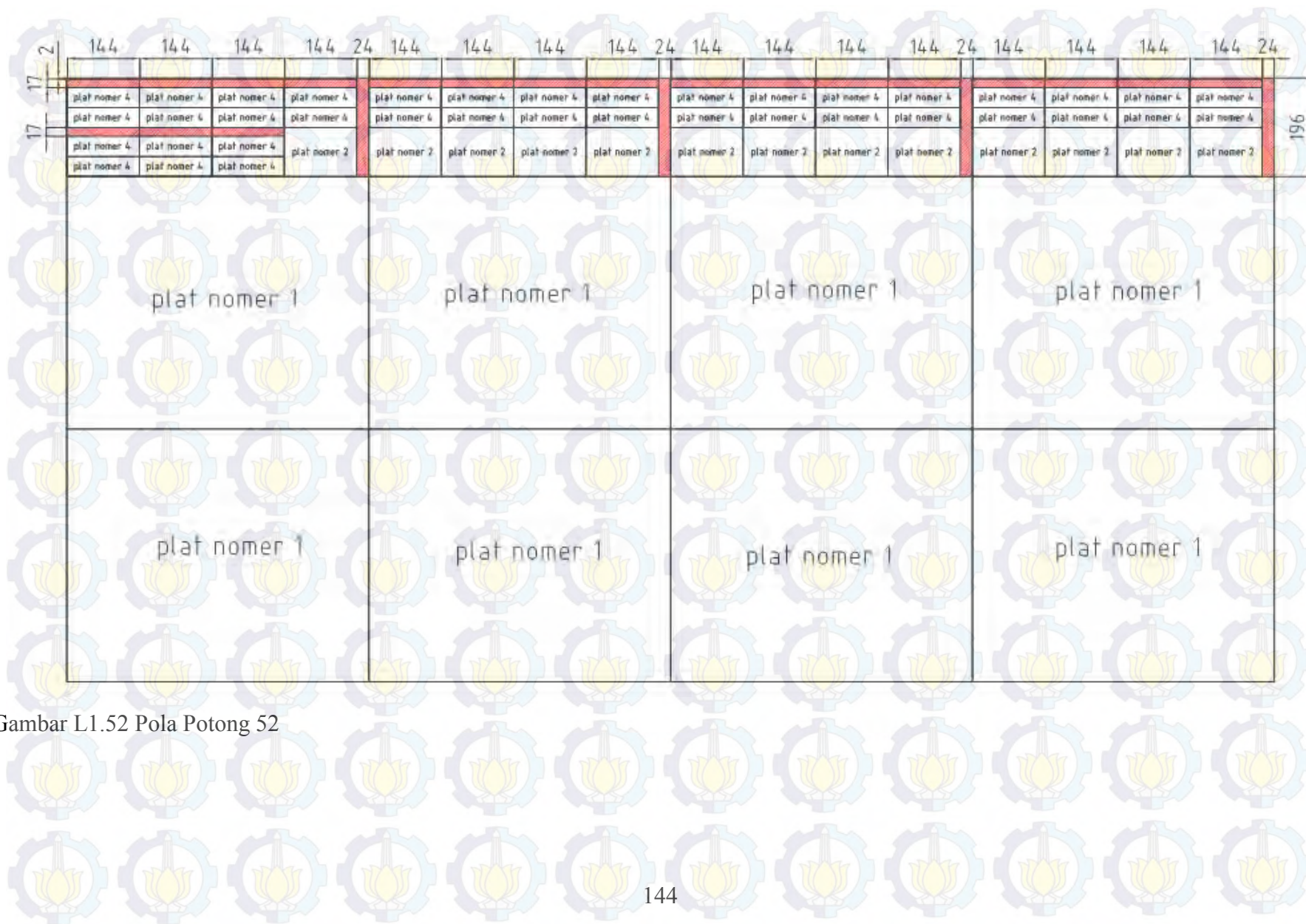
Gambar L1.48 Pola Potong 48



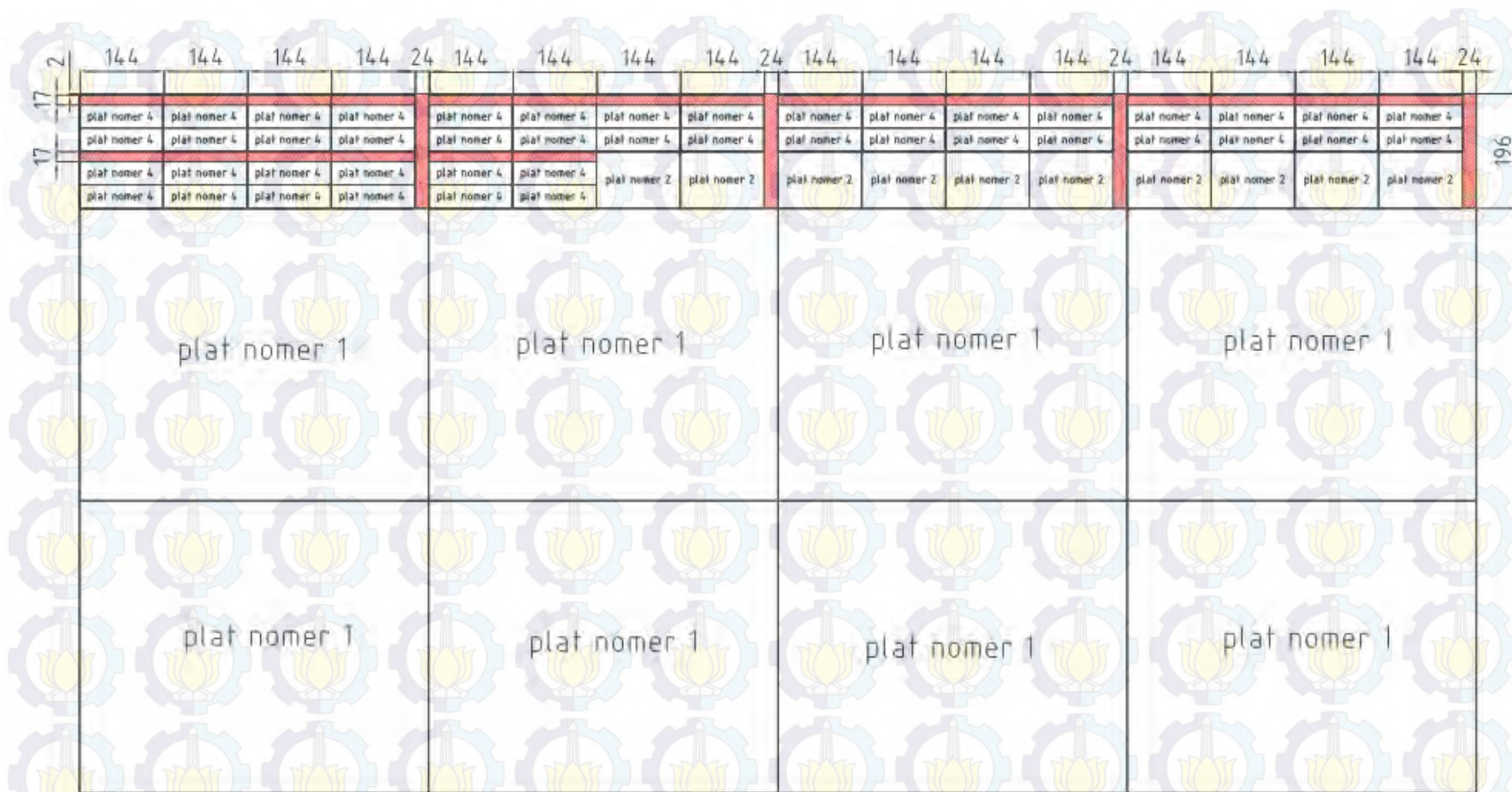
Gambar L1.50 Pola Potong 50

17	2	14 4	14 4	14 4	14 4	24	14 4	14 4	14 4	24	14 4	14 4	14 4	14 4	24	14 4	14 4	14 4	14 4	24	
17		plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	196
		plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	
		plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	
		plat nomer 4	plat nomer 4																		
		plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1							
		plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1							

Gambar L1.51 Pola Potong 51



Gambar L1.52 Pola Potong 52



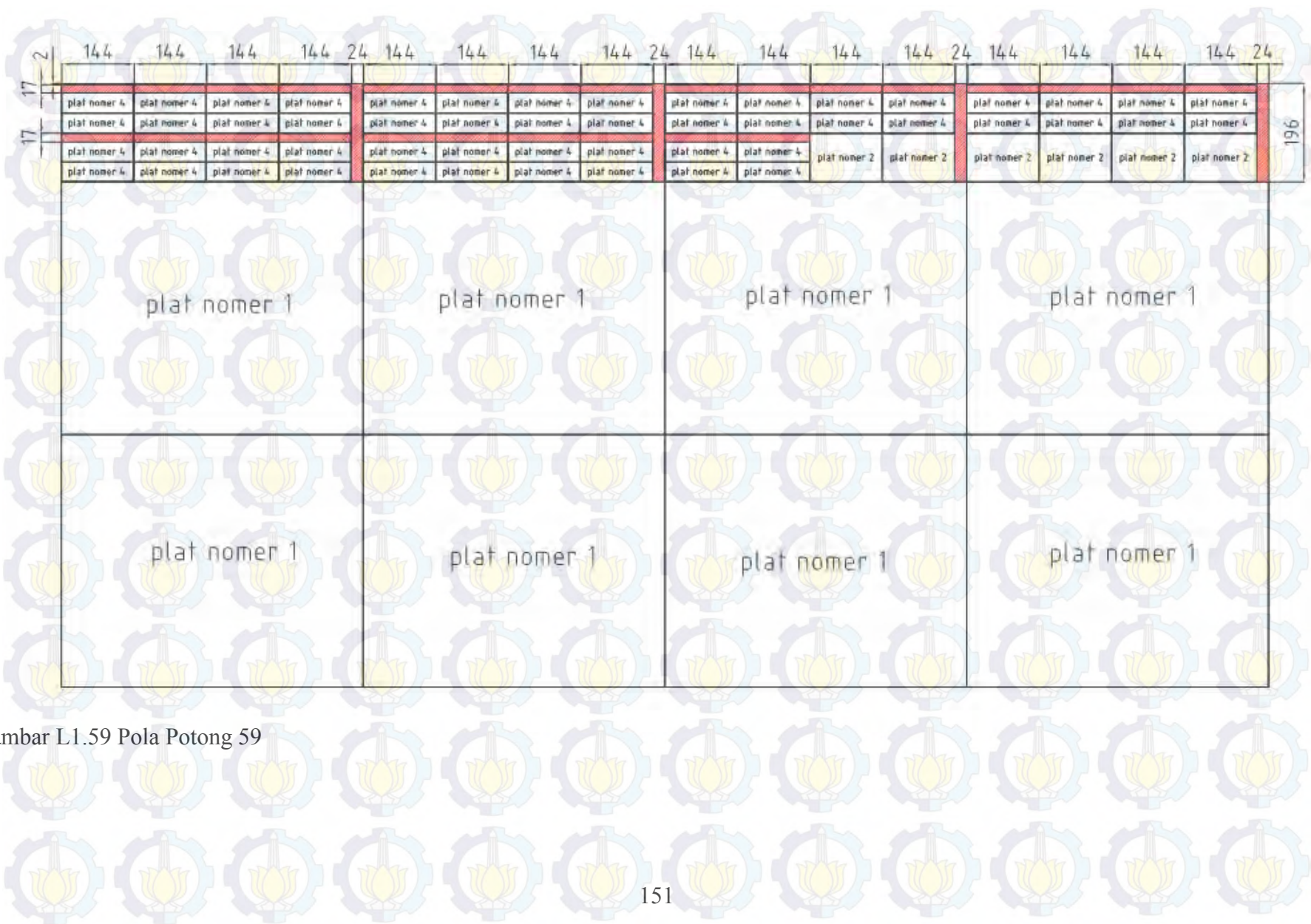
Gambar L1.55 Pola Potong 55



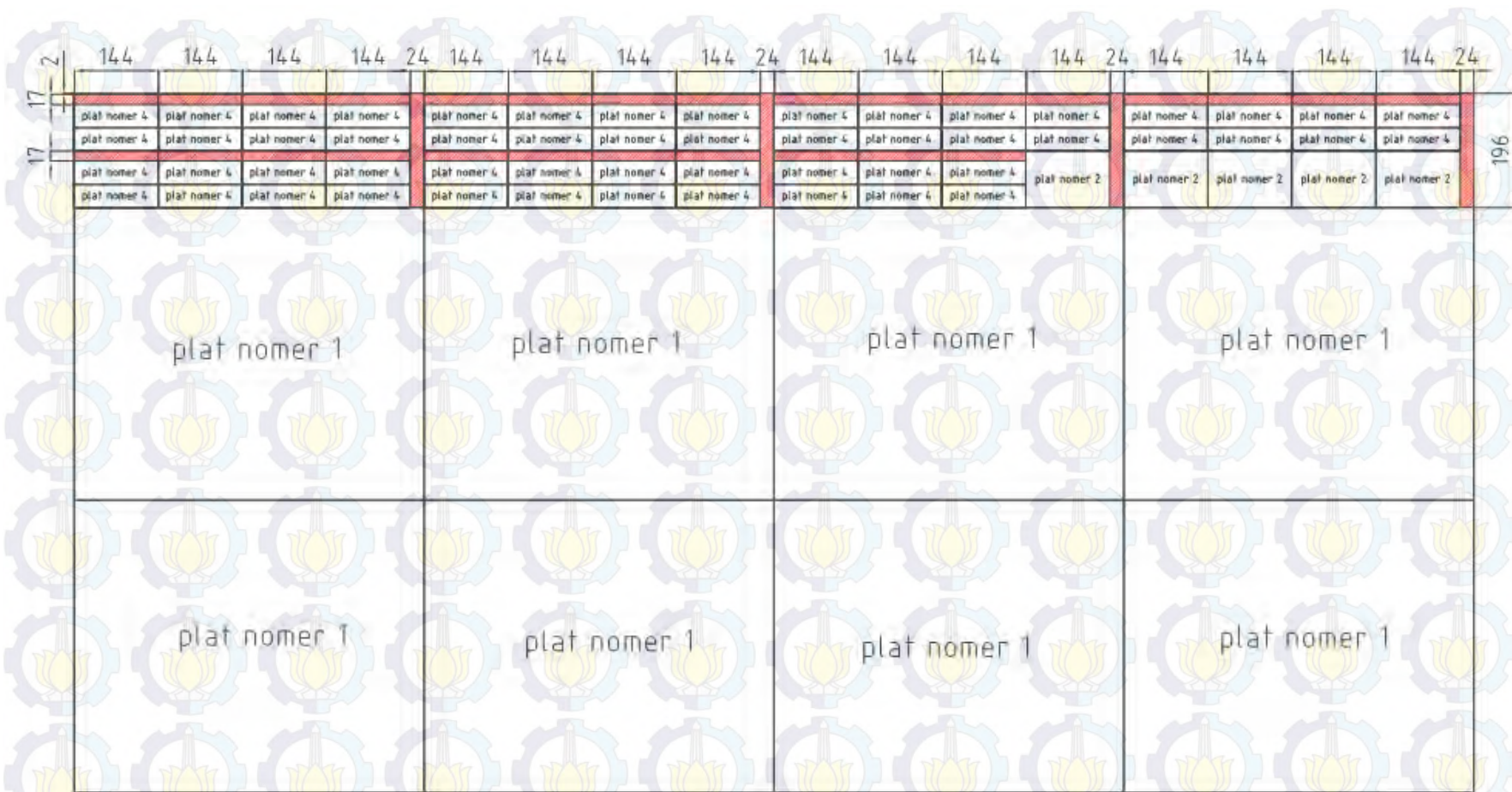
Gambar L1.56 Pola Potong 56

	144	144	144	144	24	144	144	144	144	24	144	144	144	144	24	144	144	144	24	
17	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	196
17	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	
	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	
	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4	plat nomer 4											
	plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1							
	plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1							

Gambar L1.57 Pola Potong 57



Gambar L1.59 Pola Potong 59



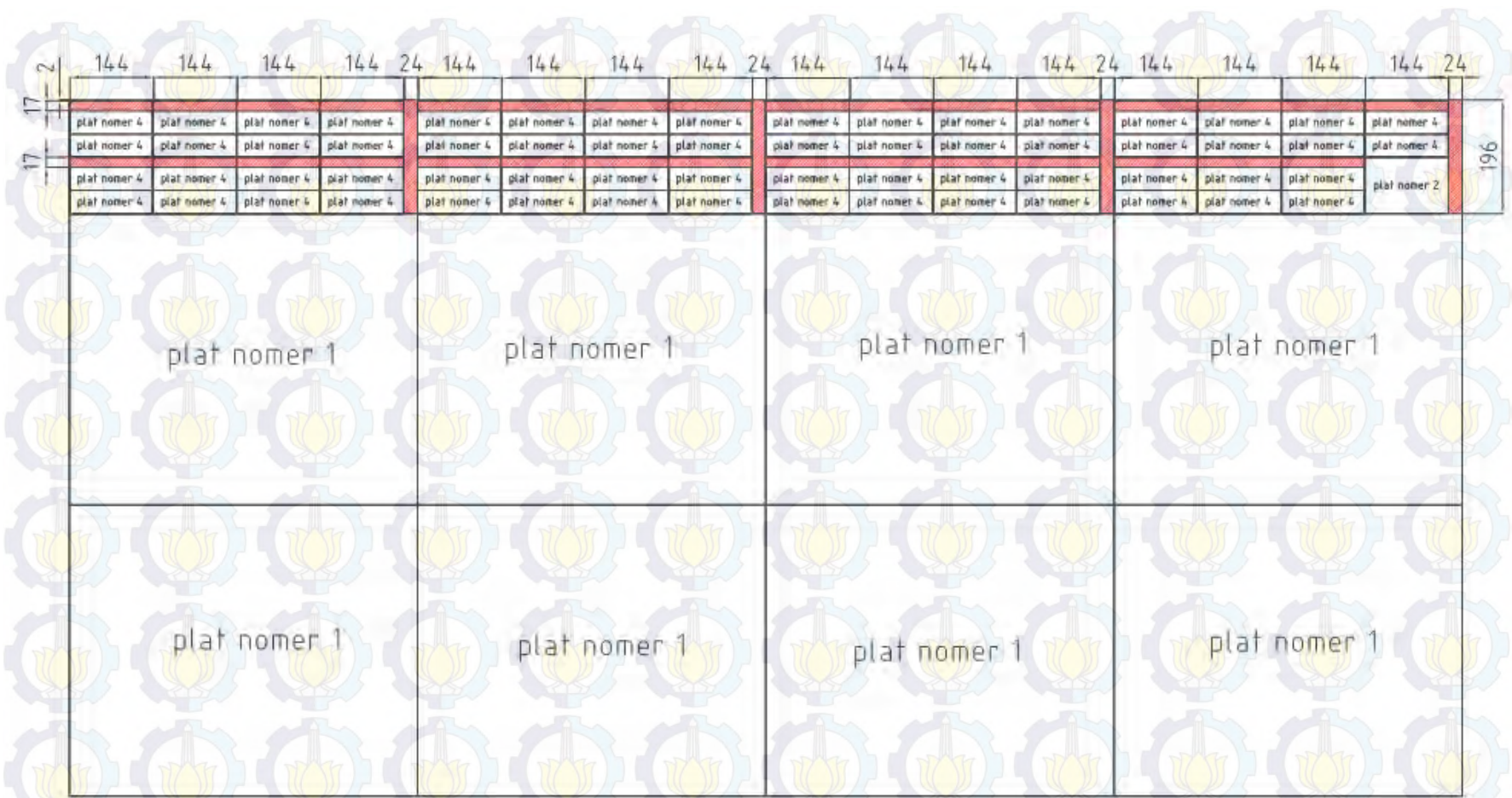
Gambar L1.60 Pola Potong 60



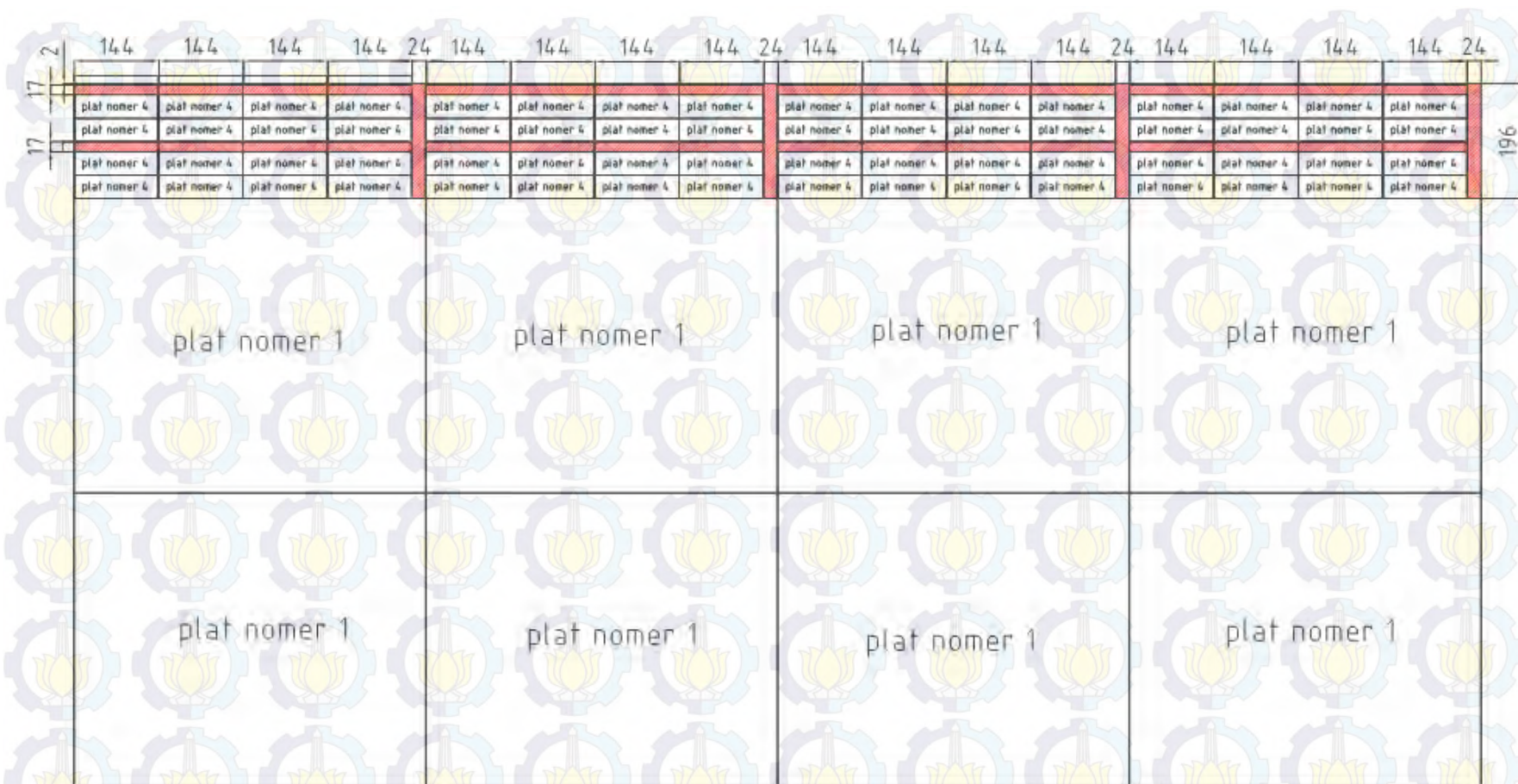
Gambar L1.61 Pola Potong 61



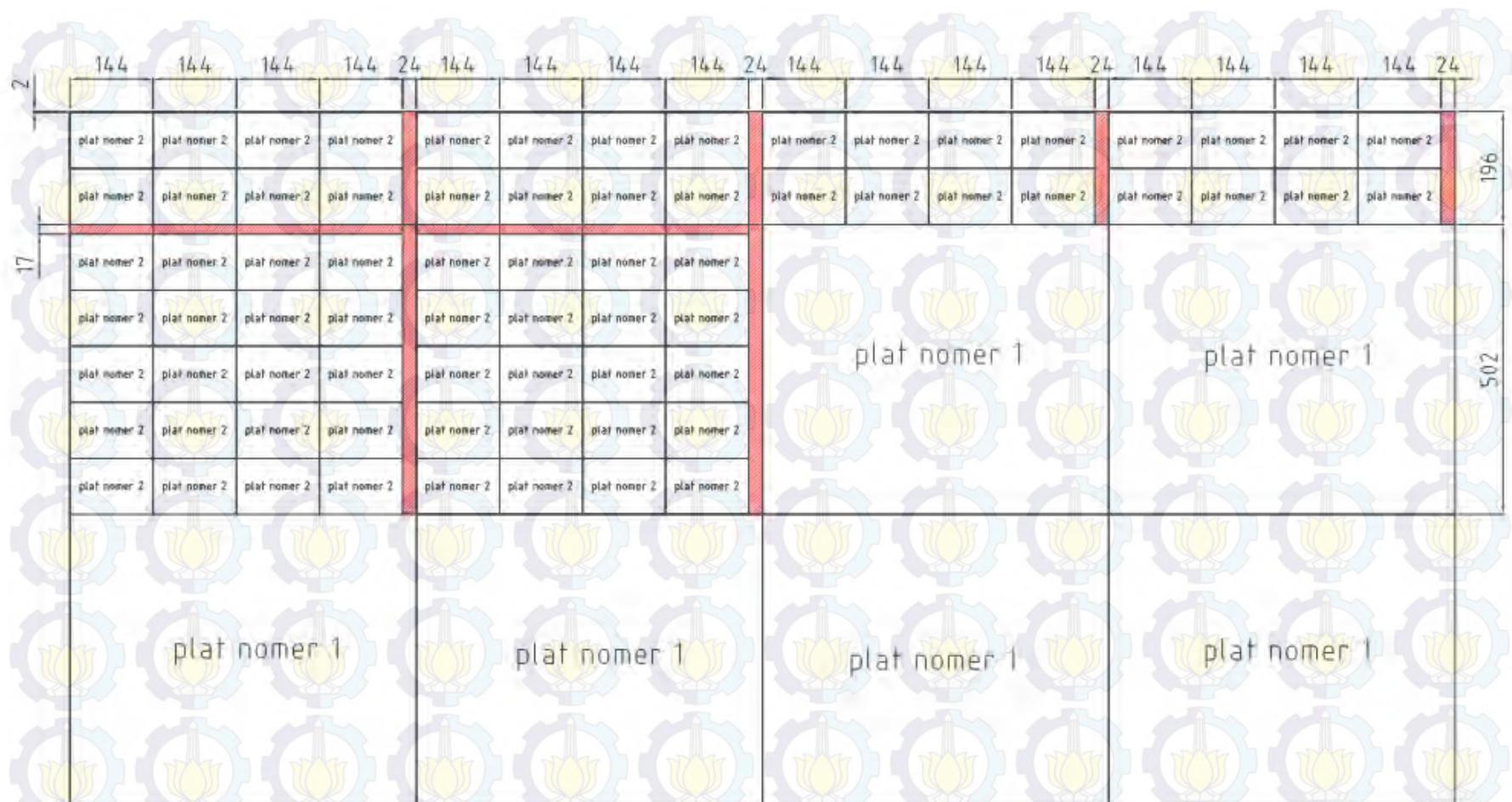
Gambar L1.62 Pola Potong 62



Gambar L1.64 Pola Potong 64



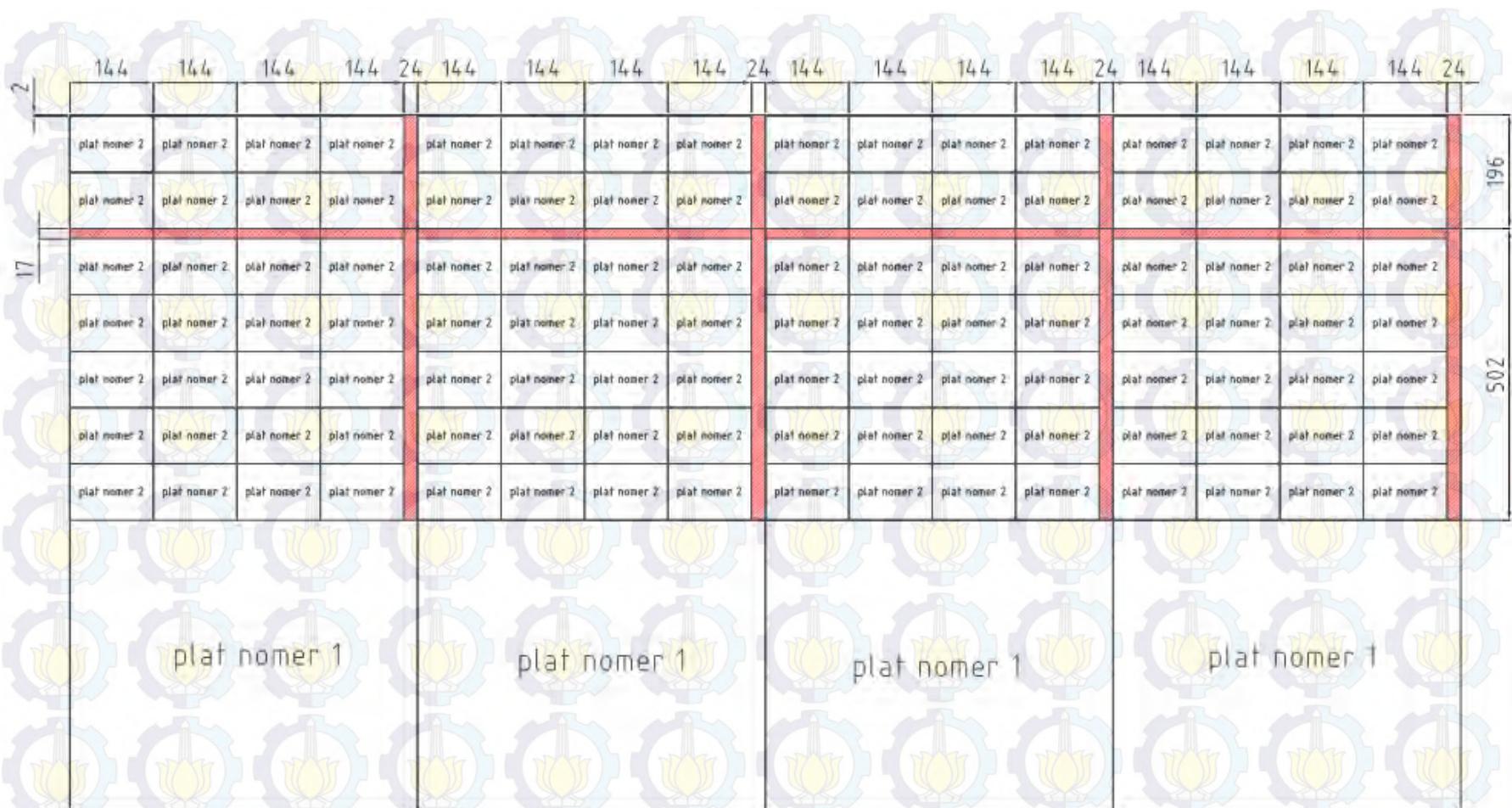
Gambar L1.65 Pola Potong 65



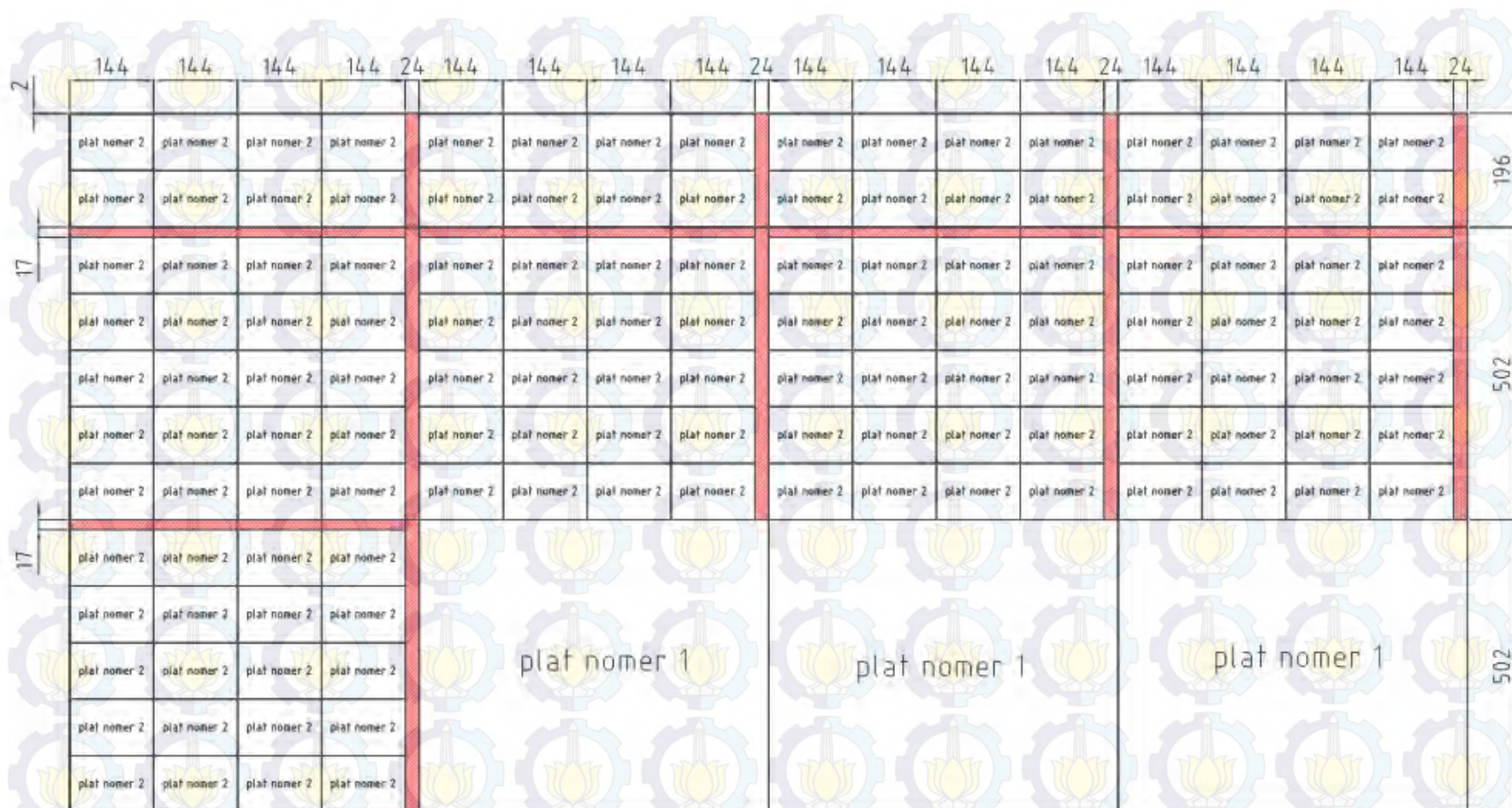
Gambar L1.67 Pola Potong 67



Gambar L1.68 Pola Potong 68



Gambar L1.69 Pola Potong 69



Gambar L1.70 Pola Potong 70

Gambar L1.89 Pola Potong 89

Gambar L1.127 Pola Potong 127

Gambar L1.137 Pola Potong 137

		144	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	144	24		
17	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
																						196
																						502
																						502

Gambar L1.141 Pola Potong 141

Gambar L1.146 Pola Potong 146

	144	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	24	
17																						
37																						
37																						
37																						
37																						
37																						
17																						

Gambar L1.151 Pola Potong 151

144				24				144				24				144				24			
17	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3			
plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3			
plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3			
plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3			
plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3			
plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3			
plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3				plat nomer 3			
plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2			
plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2			
plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2			
plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2			
plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2				plat nomer 2			

Gambar L1.167 Pola Potong 167

Lampiran 2

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lengkap)

	Pola Potong				
	1	2	3	4	5
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	32	31	30	29	28
Ukuran Pelat 3	0	1	2	3	4
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	23,424	28,752	34,080	39,408	44,736
W _i (menit/lembar)	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
T _i (menit/lembar)	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92
R _i (menit/lembar)	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63
P _i (Rp/lembar)	7,426	7,426	7,426	7,426	7,426
Jumlah bakalan yang dipotong	X1	X2	X3	X4	X5

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	6	7	8	9	10
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	27	26	25	24	23
Ukuran Pelat 3	5	6	7	8	9
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	50,064	55,392	60,720	66,048	71,376
W _i (menit/lembar)	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
T _i (menit/lembar)	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92
R _i (menit/lembar)	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63
P _i (Rp/lembar)	7,426	7,426	7,426	7,426	7,426
Jumlah bakalan yang dipotong	X6	X7	X8	X9	X10

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	11	12	13	14	15
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	22	21	20	19	18
Ukuran Pelat 3	10	11	12	13	14
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	76,704	82,032	87,360	92,688	98,016
W _i (menit/lembar)	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
T _i (menit/lembar)	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92
R _i (menit/lembar)	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63
P _i (Rp/lembar)	7,426	7,426	7,426	7,426	7,426
Jumlah bakalan yang dipotong	X11	X12	X13	X14	X15

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	16	17	18	19	20
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	17	16	15	14	13
Ukuran Pelat 3	15	16	17	18	19
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	103,344	108,672	114,000	119,328	124,656
W _i (menit/lembar)	9,8	7,8	8,0	8,0	8,0
T _i (menit/lembar)	4,92	3,92	4,00	4,00	4,00
R _i (menit/lembar)	7,63	6,63	6,72	6,72	6,72
P _i (Rp/lembar)	7,426	6,101	6,211	6,211	6,211
Jumlah bakalan yang dipotong	X16	X17	X18	X19	X20

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	21	22	23	24	25
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	12	11	10	9	8
Ukuran Pelat 3	20	21	22	23	24
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	129,984	135,312	140,640	145,968	151,296
W _i (menit/lembar)	8,0	8,2	8,2	8,2	8,2
T _i (menit/lembar)	4,00	4,08	4,08	4,08	4,08
R _i (menit/lembar)	6,72	6,80	6,80	6,80	6,80
P _i (Rp/lembar)	6,211	6,322	6,322	6,322	6,322
Jumlah bakalan yang dipotong	X21	X22	X23	X24	X25

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	26	27	28	29	30
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	7	6	5	4	3
Ukuran Pelat 3	25	26	27	28	29
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	156,624	161,952	167,280	172,608	177,936
W _i (menit/lembar)	8,3	8,3	8,3	8,3	8,5
T _i (menit/lembar)	4,17	4,17	4,17	4,17	4,25
R _i (menit/lembar)	6,88	6,88	6,88	6,88	6,97
P _i (Rp/lembar)	6,432	6,432	6,432	6,432	6,542
Jumlah bakalan yang dipotong	X26	X27	X28	X29	X30

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	31	32	33	34	35
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	2	1	0	31	30
Ukuran Pelat 3	30	31	32	0	0
Ukuran Pelat 4	0	0	0	2	4
Pelat Sisa (mm ²)	183,264	188,592	193,920	25,872	28,320
W _i (menit/lembar)	8,5	8,5	8,5	8,2	8,5
T _i (menit/lembar)	4,25	4,25	4,25	4,08	4,25
R _i (menit/lembar)	6,97	6,97	6,97	6,87	7,10
P _i (Rp/lembar)	6,542	6,542	6,542	6,344	6,587
Jumlah bakalan yang dipotong	X31	X32	X33	X34	X35

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	36	37	38	39	40
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	29	28	27	26	25
Ukuran Pelat 3	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 4	6	8	10	12	14
Pelat Sisa (mm ²)	30,768	33,216	35,664	38,112	40,560
W _i (menit/lembar)	8,8	9,2	9,5	9,8	10,2
T _i (menit/lembar)	4,42	4,58	4,75	4,92	5,08
R _i (menit/lembar)	7,33	7,57	7,80	8,03	8,27
P _i (Rp/lembar)	6,830	7,073	7,317	7,560	7,803
Jumlah bakalan yang dipotong	X36	X37	X38	X39	X40

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	41	42	43	44	45
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	24	23	22	21	20
Ukuran Pelat 3	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 4	16	18	20	22	24
Pelat Sisa (mm ²)	43,008	45,456	47,904	50,352	52,800
W _i (menit/lembar)	10,5	10,8	11,2	11,5	11,8
T _i (menit/lembar)	5,25	5,42	5,58	5,75	5,92
R _i (menit/lembar)	8,50	8,73	8,97	9,20	9,43
P _i (Rp/lembar)	8,046	8,290	8,533	8,776	9,019
Jumlah bakalan yang dipotong	X41	X42	X43	X44	X45

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	46	47	48	49	50
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	19	18	17	16	15
Ukuran Pelat 3	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 4	26	28	30	32	34
Pelat Sisa (mm ²)	55,248	57,696	60,144	62,592	65,040
W _i (menit/lembar)	12,2	12,5	12,8	13,2	13,5
T _i (menit/lembar)	6,08	6,25	6,42	6,58	6,75
R _i (menit/lembar)	9,67	9,90	10,13	10,37	10,60
P _i (Rp/lembar)	9,262	9,506	9,749	9,992	10,235
Jumlah bakalan yang dipotong	X46	X47	X48	X49	X50

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	51	52	53	54	55
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	14	13	12	11	10
Ukuran Pelat 3	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 4	36	38	40	42	44
Pelat Sisa (mm ²)	67,488	69,936	72,384	74,832	77,280
W _i (menit/lembar)	13,8	14,2	14,5	14,8	15,2
T _i (menit/lembar)	6,92	7,08	7,25	7,42	7,58
R _i (menit/lembar)	10,83	11,07	11,30	11,53	11,77
P _i (Rp/lembar)	10,478	10,722	10,965	11,208	11,451
Jumlah bakalan yang dipotong	X51	X52	X53	X54	X55

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	56	57	58	59	60
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	9	8	7	6	5
Ukuran Pelat 3	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 4	46	48	50	52	54
Pelat Sisa (mm ²)	79,728	82,176	84,624	87,072	89,520
W _i (menit/lembar)	15,5	15,8	16,2	16,5	16,8
T _i (menit/lembar)	7,75	7,92	8,08	8,25	8,42
R _i (menit/lembar)	12,00	12,23	12,47	12,70	12,93
P _i (Rp/lembar)	11,694	11,938	12,181	12,424	12,667
Jumlah bakalan yang dipotong	X56	X57	X58	X59	X60

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	61	62	63	64	65
Ukuran Pelat 1	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	4	3	2	1	0
Ukuran Pelat 3	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 4	56	58	60	62	64
Pelat Sisa (mm ²)	91,968	94,416	96,864	99,312	101,760
W _i (menit/lembar)	17,2	17,5	17,8	18,2	18,5
T _i (menit/lembar)	8,58	8,75	8,92	9,08	9,25
R _i (menit/lembar)	13,17	13,40	13,63	13,87	14,10
P _i (Rp/lembar)	12,910	13,154	13,397	13,640	13,883
Jumlah bakalan yang dipotong	X61	X62	X63	X64	X65

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	66	67	68	69	70
Ukuran Pelat 1	7	6	5	4	3
Ukuran Pelat 2	52	72	92	112	132
Ukuran Pelat 3	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	45,264	67,104	88,944	110,784	132,624
W _i (menit/lembar)	11,3	14,8	18,3	21,8	25,3
T _i (menit/lembar)	5,67	7,42	9,17	10,92	12,67
R _i (menit/lembar)	9,65	12,67	15,68	18,70	21,72
P _i (Rp/lembar)	8,844	11,588	14,331	17,075	19,818
Jumlah bakalan yang dipotong	X66	X67	X68	X69	X70

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	71	72	73	74	75
Ukuran Pelat 1	2	1	0	0	0
Ukuran Pelat 2	152	172	192	191	190
Ukuran Pelat 3	0	0	0	1	2
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	154,464	176,304	198,144	203,472	208,800
W _i (menit/lembar)	28,8	32,3	17,5	36,0	36,2
T _i (menit/lembar)	14,42	16,17	8,75	18,00	18,08
R _i (menit/lembar)	24,73	27,75	21,60	30,85	30,93
P _i (Rp/lembar)	22,562	25,305	15,901	28,159	28,270
Jumlah bakalan yang dipotong	X71	X72	X73	X74	X75

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	76	77	78	79	80
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	189	188	187	186	185
Ukuran Pelat 3	3	4	5	6	7
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	214,128	219,456	224,784	230,112	235,440
W _i (menit/lembar)	36,3	36,5	36,7	36,8	37,0
T _i (menit/lembar)	18,17	18,25	18,33	18,42	18,50
R _i (menit/lembar)	31,02	31,10	31,18	31,27	31,35
P _i (Rp/lembar)	28,380	28,491	28,601	28,711	28,822
Jumlah bakalan yang dipotong	X76	X77	X78	X79	X80

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	81	82	83	84	85
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	184	183	182	181	180
Ukuran Pelat 3	8	9	10	11	12
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	240,768	246,096	251,424	256,752	262,080
W _i (menit/lembar)	37,2	37,3	37,5	37,7	38,0
T _i (menit/lembar)	18,58	18,67	18,75	18,83	19,00
R _i (menit/lembar)	31,43	31,52	31,60	31,68	31,85
P _i (Rp/lembar)	28,932	29,043	29,153	29,264	29,485
Jumlah bakalan yang dipotong	X81	X82	X83	X84	X85

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	86	87	88	89	90
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	179	178	177	176	175
Ukuran Pelat 3	13	14	15	16	17
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	267,408	272,736	278,064	283,392	288,720
W _i (menit/lembar)	38,2	38,2	38,3	35,8	36,0
T _i (menit/lembar)	19,08	19,08	19,17	17,92	18,00
R _i (menit/lembar)	31,93	31,93	32,02	30,77	30,85
P _i (Rp/lembar)	29,595	29,595	29,705	28,049	28,159
Jumlah bakalan yang dipotong	X86	X87	X88	X89	X90

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	91	92	93	94	95
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	174	173	172	171	170
Ukuran Pelat 3	18	19	20	21	22
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	294,048	299,376	304,704	310,032	315,360
W _i (menit/lembar)	36,0	36,0	36,0	36,2	36,2
T _i (menit/lembar)	18,00	18,00	18,00	18,08	18,08
R _i (menit/lembar)	30,85	30,85	30,85	30,93	30,93
P _i (Rp/lembar)	28,159	28,159	28,159	28,270	28,270
Jumlah bakalan yang dipotong	X91	X92	X93	X94	X95

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	96	97	98	99	100
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	169	168	167	166	165
Ukuran Pelat 3	23	24	25	26	27
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	320,688	326,016	331,344	336,672	342,000
W _i (menit/lembar)	36,2	36,2	36,3	36,3	36,3
T _i (menit/lembar)	18,08	18,08	18,17	18,17	18,17
R _i (menit/lembar)	30,93	30,93	31,02	31,02	31,02
P _i (Rp/lembar)	28,159	28,270	28,270	28,159	28,270
Jumlah bakalan yang dipotong	X96	X97	X98	X99	X100

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	101	102	103	104	105
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	164	163	162	161	160
Ukuran Pelat 3	28	29	30	31	32
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	347,328	352,656	357,984	363,312	368,640
W _i (menit/lembar)	36,3	36,5	36,5	36,5	36,5
T _i (menit/lembar)	18,17	18,25	18,25	18,25	18,25
R _i (menit/lembar)	31,02	31,10	31,10	31,10	31,10
P _i (Rp/lembar)	28,380	28,491	28,491	28,491	28,491
Jumlah bakalan yang dipotong	X102	X102	X103	X104	X105

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	106	107	108	109	110
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	159	158	157	156	155
Ukuran Pelat 3	33	34	35	36	37
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	373,968	379,296	384,624	389,952	395,280
W _i (menit/lembar)	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7
T _i (menit/lembar)	18,33	18,33	18,33	18,33	18,33
R _i (menit/lembar)	31,18	31,18	31,18	31,18	31,18
P _i (Rp/lembar)	28,601	28,601	28,601	28,601	28,601
Jumlah bakalan yang dipotong	X106	X107	X108	X109	X110

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	111	112	113	114	115
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	154	153	152	151	150
Ukuran Pelat 3	38	39	40	41	42
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	400,608	405,936	411,264	416,592	421,920
W _i (menit/lembar)	36,7	36,7	36,8	36,8	36,8
T _i (menit/lembar)	18,33	18,33	18,42	18,42	18,42
R _i (menit/lembar)	31,18	31,18	31,27	31,27	31,27
P _i (Rp/lembar)	28,601	28,601	28,711	28,711	28,711
Jumlah bakalan yang dipotong	X111	X112	X113	X114	X115

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	116	117	118	119	120
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	149	148	147	146	145
Ukuran Pelat 3	43	44	45	46	47
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	427,248	432,576	437,904	443,232	448,560
W _i (menit/lembar)	36,8	37,0	37,0	37,0	37,0
T _i (menit/lembar)	18,42	18,50	18,50	18,50	18,50
R _i (menit/lembar)	31,27	31,35	31,35	31,35	31,35
P _i (Rp/lembar)	28.711	28.822	28.822	28.822	28.822
Jumlah bakalan yang dipotong	X116	X117	X118	X119	X120

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	121	122	123	124	125
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	144	143	142	141	140
Ukuran Pelat 3	48	49	50	51	52
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	453,888	459,216	464,544	469,872	475,200
W _i (menit/lembar)	37,2	37,3	37,3	37,3	37,3
T _i (menit/lembar)	18,58	18,67	18,67	18,67	18,67
R _i (menit/lembar)	31,43	31,52	31,52	31,52	31,52
P _i (Rp/lembar)	28.932	29.043	29.043	29.043	29.043
Jumlah bakalan yang dipotong	X121	X122	X123	X124	X125

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	126	127	128	129	130
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	139	138	137	136	135
Ukuran Pelat 3	53	54	55	56	57
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	480,528	485,856	491,184	496,512	501,840
W _i (menit/lembar)	37,5	37,5	37,5	37,5	37,7
T _i (menit/lembar)	18,75	18,75	18,75	18,75	18,83
R _i (menit/lembar)	31,60	31,60	31,60	31,60	31,68
P _i (Rp/lembar)	29.153	29.153	29.153	29.153	29.264
Jumlah bakalan yang dipotong	X126	X127	X128	X129	X130

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	131	132	133	134	135
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	134	133	132	131	130
Ukuran Pelat 3	58	59	60	61	62
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	507,168	512,496	517,824	523,152	528,480
W _i (menit/lembar)	37,7	37,7	37,7	37,8	37,8
T _i (menit/lembar)	18,83	18,83	18,83	18,92	18,92
R _i (menit/lembar)	31,68	31,68	31,68	31,77	31,77
P _i (Rp/lembar)	29.264	29.264	29.264	29.374	29.374
Jumlah bakalan yang dipotong	X131	X132	X133	X134	X135

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	136	137	138	139	140
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	129	128	127	126	125
Ukuran Pelat 3	63	64	65	66	67
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	533,808	539,136	544,464	549,792	555,120
W _i (menit/lembar)	37,8	37,8	38,0	38,0	38,0
T _i (menit/lembar)	18,92	18,92	19,00	19,00	19,00
R _i (menit/lembar)	31,77	31,77	31,85	31,85	31,85
P _i (Rp/lembar)	29.374	29.374	29.485	29.485	29.485
Jumlah bakalan yang dipotong	X136	X137	X138	X139	X140

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	141	142	143	144	145
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	124	123	122	121	120
Ukuran Pelat 3	68	69	70	71	72
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	560,448	565,776	571,104	576,432	581,760
W _i (menit/lembar)	38,0	38,2	38,2	38,2	38,2
T _i (menit/lembar)	19,00	19,08	19,08	19,08	19,08
R _i (menit/lembar)	31,85	31,93	31,93	31,93	31,93
P _i (Rp/lembar)	29.485	29.595	29.595	29.595	29.595
Jumlah bakalan yang dipotong	X141	X142	X143	X144	X145

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	146	147	148	149	150
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	119	118	117	116	115
Ukuran Pelat 3	73	74	75	76	77
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	587,088	592,416	597,744	603,072	608,400
W _i (menit/lembar)	38,3	38,3	38,3	38,3	38,5
T _i (menit/lembar)	19,17	19,17	19,17	19,17	19,25
R _i (menit/lembar)	32,02	32,02	32,02	32,02	32,10
P _i (Rp/lembar)	29.705	29.705	29.705	29.705	29.816
Jumlah bakalan yang dipotong	X146	X147	X148	X149	X150

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	151	152	153	154	155
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	114	113	112	111	110
Ukuran Pelat 3	78	79	80	81	82
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	613,728	619,056	624,384	629,712	635,040
W _i (menit/lembar)	38,5	38,5	38,5	38,7	38,7
T _i (menit/lembar)	19,25	19,25	19,25	19,33	19,33
R _i (menit/lembar)	32,10	32,10	32,10	32,18	32,18
P _i (Rp/lembar)	29.816	29.816	29.816	29.926	29.926
Jumlah bakalan yang dipotong	X151	X152	X153	X154	X155

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	156	157	158	159	160
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	109	108	107	106	105
Ukuran Pelat 3	83	84	85	86	87
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	640,368	645,696	651,024	656,352	661,680
W _i (menit/lembar)	38,7	38,7	38,8	38,8	38,8
T _i (menit/lembar)	19,33	19,33	19,42	19,42	19,42
R _i (menit/lembar)	32,18	32,18	32,27	32,27	32,27
P _i (Rp/lembar)	29.926	29.926	30.037	30.037	30.037
Jumlah bakalan yang dipotong	X156	X157	X157	X158	X160

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	161	162	163	164	165
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	104	103	102	101	100
Ukuran Pelat 3	88	89	90	91	92
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	667,008	672,336	677,664	682,992	688,320
W _i (menit/lembar)	38,8	39,0	39,0	39,0	39,0
T _i (menit/lembar)	19,42	19,50	19,50	19,50	19,50
R _i (menit/lembar)	32,27	32,35	32,35	32,35	32,35
P _i (Rp/lembar)	30.037	30.147	30.147	30.147	30.147
Jumlah bakalan yang dipotong	X161	X162	X163	X164	X165

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	166	167	168	169	170
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	99	98	97	96	95
Ukuran Pelat 3	93	94	95	96	97
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	693,648	698,976	704,304	709,632	714,960
W _i (menit/lembar)	39,0	39,0	39,0	39,2	39,2
T _i (menit/lembar)	19,50	19,50	19,50	19,58	19,58
R _i (menit/lembar)	32,35	32,35	32,35	32,43	32,43
P _i (Rp/lembar)	30.147	30.147	30.147	30.258	30.258
Jumlah bakalan yang dipotong	X166	X167	X168	X169	X170

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	171	172	173	174	175
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	94	93	92	91	90
Ukuran Pelat 3	98	99	100	101	102
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	720,288	725,616	730,944	736,272	741,600
W _i (menit/lembar)	39,2	39,2	39,3	39,3	39,3
T _i (menit/lembar)	19,58	19,58	19,67	19,67	19,67
R _i (menit/lembar)	32,43	32,43	32,52	32,52	32,52
P _i (Rp/lembar)	30.258	30.258	30.368	30.368	30.368
Jumlah bakalan yang dipotong	X171	X172	X173	X174	X175

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	176	177	178	179	180
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	89	88	87	86	85
Ukuran Pelat 3	103	104	105	106	107
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	746,928	752,256	757,584	762,912	768,240
W _i (menit/lembar)	39,3	39,5	39,5	39,5	39,5
T _i (menit/lembar)	19,67	19,75	19,75	19,75	19,75
R _i (menit/lembar)	32,52	32,60	32,60	32,60	32,60
P _i (Rp/lembar)	30.368	30.478	30.478	30.478	30.478
Jumlah bakalan yang dipotong	X176	X177	X178	X179	X180

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	181	182	183	184	185
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	84	83	82	81	80
Ukuran Pelat 3	108	109	110	111	112
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	773,568	778,896	784,224	789,552	794,880
W _i (menit/lembar)	39,7	39,7	39,7	39,7	39,8
T _i (menit/lembar)	19,83	19,83	19,83	19,83	19,92
R _i (menit/lembar)	32,68	32,68	32,68	32,68	32,77
P _i (Rp/lembar)	30.589	30.589	30.589	30.589	30.699
Jumlah bakalan yang dipotong	X181	X182	X183	X184	X185

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	186	187	188	189	190
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	79	78	77	76	75
Ukuran Pelat 3	113	114	115	116	117
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	800,208	805,536	810,864	816,192	821,520
W _i (menit/lembar)	39,8	39,8	39,8	40,0	40,0
T _i (menit/lembar)	19,92	19,92	19,92	20,00	20,00
R _i (menit/lembar)	32,77	32,77	32,77	32,85	32,85
P _i (Rp/lembar)	30.699	30.699	30.699	30.810	30.810
Jumlah bakalan yang dipotong	X186	X187	X188	X189	X190

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	191	192	193	194	195
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	74	73	72	71	70
Ukuran Pelat 3	118	119	120	121	122
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	826,848	832,176	837,504	842,832	848,160
W _i (menit/lembar)	40,0	40,0	40,2	40,2	40,2
T _i (menit/lembar)	20,00	20,00	20,08	20,08	20,08
R _i (menit/lembar)	32,85	32,85	32,93	32,93	32,93
P _i (Rp/lembar)	30.810	30.810	30.920	30.920	30.920
Jumlah bakalan yang dipotong	X191	X192	X193	X194	X195

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	196	197	198	199	200
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	69	68	67	66	65
Ukuran Pelat 3	123	124	125	126	127
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	853,488	858,816	864,144	869,472	874,800
W _i (menit/lembar)	40,2	40,3	40,3	40,3	40,3
T _i (menit/lembar)	20,08	20,17	20,17	20,17	20,17
R _i (menit/lembar)	32,93	33,02	33,02	33,02	33,02
P _i (Rp/lembar)	30.920	31.031	31.031	31.031	31.031
Jumlah bakalan yang dipotong	X196	X197	X198	X199	X200

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	201	202	203	204	205
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	64	63	62	61	60
Ukuran Pelat 3	128	129	130	131	132
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	880,128	885,456	890,784	896,112	901,440
W _i (menit/lembar)	40,5	40,5	40,5	40,5	40,7
T _i (menit/lembar)	20,25	20,25	20,25	20,25	20,33
R _i (menit/lembar)	33,10	33,10	33,10	33,10	33,18
P _i (Rp/lembar)	31.141	31.141	31.141	31.141	31.251
Jumlah bakalan yang dipotong	X201	X202	X203	X204	X205

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	206	207	208	209	210
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	59	58	57	56	55
Ukuran Pelat 3	133	134	135	136	137
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	906,768	912,096	917,424	922,752	928,080
W _i (menit/lembar)	40,7	40,7	40,7	40,8	40,8
T _i (menit/lembar)	20,33	20,33	20,33	20,42	20,42
R _i (menit/lembar)	33,18	33,18	33,18	33,27	33,27
P _i (Rp/lembar)	31.251	31.251	31.251	31.362	31.362
Jumlah bakalan yang dipotong	X206	X207	X208	X209	X210

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	211	212	213	214	215
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	54	53	52	51	50
Ukuran Pelat 3	138	139	140	141	142
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	933,408	938,736	944,064	949,392	954,720
W _i (menit/lembar)	40,8	40,8	41,0	41,0	41,0
T _i (menit/lembar)	20,42	20,42	20,50	20,50	20,50
R _i (menit/lembar)	33,27	33,27	33,35	33,35	33,35
P _i (Rp/lembar)	31.362	31.362	31.472	31.472	31.472
Jumlah bakalan yang dipotong	X211	X212	X213	X214	X215

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	216	217	218	219	220
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	49	48	47	46	45
Ukuran Pelat 3	143	144	145	146	147
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	960,048	965,376	970,704	976,032	981,360
W _i (menit/lembar)	41,0	41,2	41,2	41,2	41,2
T _i (menit/lembar)	20,50	20,58	20,58	20,58	20,58
R _i (menit/lembar)	33,35	33,43	33,43	33,43	33,43
P _i (Rp/lembar)	31.472	31.583	31.583	31.583	31.583
Jumlah bakalan yang dipotong	X216	X217	X218	X219	X220

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	221	222	223	224	225
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	44	43	42	41	40
Ukuran Pelat 3	148	149	150	151	152
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	986,688	992,016	997,344	1,002,672	1,008,000
W _i (menit/lembar)	41,3	41,3	41,3	41,3	41,5
T _i (menit/lembar)	20,67	20,67	20,67	20,67	20,75
R _i (menit/lembar)	33,52	33,52	33,52	33,52	33,60
P _i (Rp/lembar)	31.693	31.693	31.693	31.693	31.804
Jumlah bakalan yang dipotong	X221	X222	X223	X224	X225

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	226	227	228	229	230
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	39	38	37	36	35
Ukuran Pelat 3	153	154	155	156	157
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	1,013,328	1,018,656	1,023,984	1,029,312	1,034,640
W _i (menit/lembar)	41,5	41,5	41,5	41,7	41,7
T _i (menit/lembar)	20,75	20,75	20,75	20,83	20,83
R _i (menit/lembar)	33,60	33,60	33,60	33,68	33,68
P _i (Rp/lembar)	31.804	31.804	31.804	31.914	31.914
Jumlah bakalan yang dipotong	X226	X227	X228	X229	X230

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	231	232	233	234	235
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	34	33	32	31	30
Ukuran Pelat 3	158	159	160	161	162
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	1,039,968	1,045,296	1,050,624	1,055,952	1,061,280
W _i (menit/lembar)	41,7	41,7	41,8	41,8	41,8
T _i (menit/lembar)	20,83	20,83	20,92	20,92	20,92
R _i (menit/lembar)	33,68	33,68	33,77	33,77	33,77
P _i (Rp/lembar)	31.914	31.914	32.025	32.025	32.025
Jumlah bakalan yang dipotong	X231	X232	X233	X234	X235

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	236	237	238	239	240
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	29	28	27	26	25
Ukuran Pelat 3	163	164	165	166	167
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	1,066,608	1,071,936	1,077,264	1,082,592	1,087,920
W _i (menit/lembar)	41,8	42,0	42,0	42,0	42,0
T _i (menit/lembar)	20,92	21,00	21,00	21,00	21,00
R _i (menit/lembar)	33,77	33,85	33,85	33,85	33,85
P _i (Rp/lembar)	32.025	32.135	32.135	32.135	32.135
Jumlah bakalan yang dipotong	X236	X237	X238	X239	X240

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	241	242	243	244	245
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	24	23	22	21	20
Ukuran Pelat 3	168	169	170	171	172
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	1,093,248	1,098,576	1,103,904	1,109,232	1,114,560
W _i (menit/lembar)	42,2	42,2	42,2	42,2	42,3
T _i (menit/lembar)	21,08	21,08	21,08	21,08	21,17
R _i (menit/lembar)	33,93	33,93	33,93	33,93	34,02
P _i (Rp/lembar)	32.245	32.245	32.245	32.245	32.356
Jumlah bakalan yang dipotong	X241	X242	X243	X244	X245

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	246	247	248	249	250
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	19	18	17	16	15
Ukuran Pelat 3	173	174	175	176	177
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	1,119,888	1,125,216	1,130,544	1,135,872	1,141,200
W _i (menit/lembar)	42,3	42,3	42,3	42,5	42,5
T _i (menit/lembar)	21,17	21,17	21,17	21,25	21,25
R _i (menit/lembar)	34,02	34,02	34,02	34,10	34,10
P _i (Rp/lembar)	32.356	32.356	32.356	32.466	32.466
Jumlah bakalan yang dipotong	X246	X247	X248	X249	X250

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	251	252	253	254	255
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	14	13	12	11	10
Ukuran Pelat 3	178	179	180	181	182
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	1,146,528	1,151,856	1,157,184	1,162,512	1,167,840
W _i (menit/lembar)	42,5	42,5	42,7	42,7	42,7
T _i (menit/lembar)	21,25	21,25	21,33	21,33	21,33
R _i (menit/lembar)	34,10	34,10	34,18	34,18	34,18
P _i (Rp/lembar)	32.466	32.466	32.577	32.577	32.577
Jumlah bakalan yang dipotong	X251	X252	X253	X254	X255

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	256	257	258	259	260
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	9	8	7	6	5
Ukuran Pelat 3	183	184	185	186	187
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	1,173,168	1,178,496	1,183,824	1,189,152	1,194,480
W _i (menit/lembar)	42,7	42,8	42,8	42,8	42,8
T _i (menit/lembar)	21,33	21,42	21,42	21,42	21,42
R _i (menit/lembar)	34,18	34,27	34,27	34,27	34,27
P _i (Rp/lembar)	32.577	32.687	32.687	32.687	32.687
Jumlah bakalan yang dipotong	X256	X257	X258	X259	X260

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	261	262	263	264	265
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	4	3	2	1	0
Ukuran Pelat 3	188	189	190	191	192
Ukuran Pelat 4	0	0	0	0	0
Pelat Sisa (mm ²)	1,199,808	1,205,136	1,210,464	1,215,792	1,221,120
W _i (menit/lembar)	43,0	43,0	43,0	43,0	41,8
T _i (menit/lembar)	21,50	21,50	21,50	21,50	20,92
R _i (menit/lembar)	34,35	34,35	34,35	34,35	33,77
P _i (Rp/lembar)	32.798	32.798	32.798	32.798	32.025
Jumlah bakalan yang dipotong	X261	X262	X263	X264	X265

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	266	267	268	269	270
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	191	190	189	188	187
Ukuran Pelat 4	1	2	3	4	5
Pelat Sisa (mm ²)	1,224,000	1,226,880	1,229,760	1,232,640	1,235,520
W _i (menit/lembar)	41,8	41,8	41,8	42,0	42,0
T _i (menit/lembar)	20,92	20,92	20,92	21,00	21,00
R _i (menit/lembar)	33,77	33,77	33,77	33,85	33,85
P _i (Rp/lembar)	32.025	32.025	32.025	32.135	32.135
Jumlah bakalan yang dipotong	X266	X267	X268	X269	X270

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	271	272	273	274	275
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	186	185	184	183	182
Ukuran Pelat 4	6	7	8	9	10
Pelat Sisa (mm ²)	1,238,400	1,241,280	1,244,160	1,247,040	1,249,920
W _i (menit/lembar)	42,0	42,0	42,2	42,2	42,2
T _i (menit/lembar)	21,00	21,00	21,08	21,08	21,08
R _i (menit/lembar)	33,85	33,85	33,93	33,93	33,93
P _i (Rp/lembar)	32.135	32.135	32.245	32.245	32.245
Jumlah bakalan yang dipotong	X271	X272	X273	X274	X275

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	276	277	278	279	280
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	181	180	179	178	177
Ukuran Pelat 4	11	12	13	14	15
Pelat Sisa (mm ²)	1,252,800	1,255,680	1,258,560	1,261,440	1,264,320
W _i (menit/lembar)	42,2	42,3	42,3	42,3	42,3
T _i (menit/lembar)	21,08	21,17	21,17	21,17	21,17
R _i (menit/lembar)	33,93	34,02	34,02	34,02	34,02
P _i (Rp/lembar)	32.245	32.356	32.356	32.356	32.356
Jumlah bakalan yang dipotong	X276	X277	X278	X279	X280

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	281	282	283	284	285
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	176	175	174	173	172
Ukuran Pelat 4	16	17	18	19	20
Pelat Sisa (mm ²)	1,267,200	1,270,080	1,272,960	1,275,840	1,278,720
W _i (menit/lembar)	42,5	42,5	42,5	42,5	42,7
T _i (menit/lembar)	21,25	21,25	21,25	21,25	21,33
R _i (menit/lembar)	34,10	34,10	34,10	34,10	34,18
P _i (Rp/lembar)	32.66	32.466	32.466	32.466	32.577
Jumlah bakalan yang dipotong	X281	X282	X283	X284	X285

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	286	287	288	289	290
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	171	170	169	168	167
Ukuran Pelat 4	21	22	23	24	25
Pelat Sisa (mm ²)	1,281,600	1,284,480	1,287,360	1,290,240	1,293,120
W _i (menit/lembar)	42,7	42,7	42,7	42,8	42,8
T _i (menit/lembar)	21,33	21,33	21,33	21,42	21,42
R _i (menit/lembar)	34,18	34,18	34,18	34,27	34,27
P _i (Rp/lembar)	32.577	32.577	32.577	32.687	32.687
Jumlah bakalan yang dipotong	X286	X287	X288	X289	X290

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	291	292	293	294	295
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	166	165	164	163	162
Ukuran Pelat 4	26	27	28	29	30
Pelat Sisa (mm ²)	1,296,000	1,298,880	1,301,760	1,304,640	1,307,520
W _i (menit/lembar)	42,8	42,8	43,0	43,0	43,0
T _i (menit/lembar)	21,42	21,42	21,50	21,50	21,50
R _i (menit/lembar)	34,27	34,27	34,35	34,35	34,35
P _i (Rp/lembar)	32.687	32.687	32.798	32.798	32.798
Jumlah bakalan yang dipotong	X291	X292	X293	X294	X295

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	296	297	298	299	300
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	161	160	159	158	157
Ukuran Pelat 4	31	32	33	34	35
Pelat Sisa (mm ²)	1,310,400	1,313,280	1,316,160	1,319,040	1,321,920
W _i (menit/lembar)	43,0	43,2	43,2	43,2	43,2
T _i (menit/lembar)	21,50	21,58	21,58	21,58	21,58
R _i (menit/lembar)	34,35	34,43	34,43	34,43	34,43
P _i (Rp/lembar)	32.798	32.908	32.908	32.908	32.908
Jumlah bakalan yang dipotong	X296	X297	X298	X299	X300

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	301	302	303	304	305
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	156	155	154	153	152
Ukuran Pelat 4	36	37	38	39	40
Pelat Sisa (mm ²)	1,324,800	1,327,680	1,330,560	1,333,440	1,336,320
W _i (menit/lembar)	43,3	43,3	43,3	43,3	43,5
T _i (menit/lembar)	21,67	21,67	21,67	21,67	21,75
R _i (menit/lembar)	34,52	34,52	34,52	34,52	34,60
P _i (Rp/lembar)	33.018	33.018	33.018	33.018	33.129
Jumlah bakalan yang dipotong	X301	X302	X303	X304	X305

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	306	307	308	309	310
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	151	150	149	148	147
Ukuran Pelat 4	41	42	43	44	45
Pelat Sisa (mm ²)	1,339,200	1,342,080	1,344,960	1,347,840	1,350,720
W _i (menit/lembar)	43,5	43,5	43,5	43,7	43,7
T _i (menit/lembar)	21,75	21,75	21,75	21,83	21,83
R _i (menit/lembar)	34,60	34,60	34,60	34,68	34,68
P _i (Rp/lembar)	33.129	33.129	33.129	33.239	33.239
Jumlah bakalan yang dipotong	X306	X307	X308	X309	X310

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	311	312	313	314	315
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	146	145	144	143	142
Ukuran Pelat 4	46	47	48	49	50
Pelat Sisa (mm ²)	1,353,600	1,356,480	1,359,360	1,362,240	1,365,120
W _i (menit/lembar)	43,7	43,7	43,8	43,8	43,8
T _i (menit/lembar)	21,83	21,83	21,92	21,92	21,92
R _i (menit/lembar)	34,68	34,68	34,77	34,77	34,77
P _i (Rp/lembar)	33.239	33.239	33.350	33.350	33.350
Jumlah bakalan yang dipotong	X311	X322	X313	X314	X315

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	316	317	318	319	320
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	141	140	139	138	137
Ukuran Pelat 4	51	52	53	54	55
Pelat Sisa (mm ²)	1,368,000	1,370,880	1,373,760	1,376,640	1,379,520
W _i (menit/lembar)	43,8	44,0	44,0	44,0	44,0
T _i (menit/lembar)	21,92	22,00	22,00	22,00	22,00
R _i (menit/lembar)	34,77	34,85	34,85	34,85	34,85
P _i (Rp/lembar)	33.350	33.460	33.460	33.460	33.460
Jumlah bakalan yang dipotong	X316	X317	X318	X319	X320

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	321	322	323	324	325
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	136	135	134	133	132
Ukuran Pelat 4	56	57	58	59	60
Pelat Sisa (mm ²)	1,382,400	1,385,280	1,388,160	1,391,040	1,393,920
W _i (menit/lembar)	44,2	44,2	44,2	44,2	44,3
T _i (menit/lembar)	22,08	22,08	22,08	22,08	22,17
R _i (menit/lembar)	34,93	34,93	34,93	34,93	35,02
P _i (Rp/lembar)	33.571	33.571	33.571	33.571	33.681
Jumlah bakalan yang dipotong	X321	X322	X323	X324	X325

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	326	327	328	329	330
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	131	130	129	128	127
Ukuran Pelat 4	61	62	63	64	65
Pelat Sisa (mm ²)	1,396,800	1,399,680	1,402,560	1,405,440	1,408,320
W _i (menit/lembar)	44,3	44,3	44,3	44,5	44,5
T _i (menit/lembar)	22,17	22,17	22,17	22,25	22,25
R _i (menit/lembar)	35,02	35,02	35,02	35,10	35,10
P _i (Rp/lembar)	33.681	33.681	33.681	33.791	33.791
Jumlah bakalan yang dipotong	X326	X327	X328	X329	X330

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	331	332	333	334	335
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	126	125	124	123	122
Ukuran Pelat 4	66	67	68	69	70
Pelat Sisa (mm ²)	1,411,200	1,414,080	1,416,960	1,419,840	1,422,720
W _i (menit/lembar)	44,5	44,5	44,7	44,7	44,7
T _i (menit/lembar)	22,25	22,25	22,33	22,33	22,33
R _i (menit/lembar)	35,10	35,10	35,18	35,18	35,18
P _i (Rp/lembar)	33.791	33.791	33.902	33.902	33.902
Jumlah bakalan yang dipotong	X331	X332	X333	X334	X335

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	336	337	338	339	340
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	121	120	119	118	117
Ukuran Pelat 4	71	72	73	74	75
Pelat Sisa (mm ²)	1,425,600	1,428,480	1,431,360	1,434,240	1,437,120
W _i (menit/lembar)	44,7	44,8	44,8	44,8	44,8
T _i (menit/lembar)	22,33	22,42	22,42	22,42	22,42
R _i (menit/lembar)	35,18	35,27	35,27	35,27	35,27
P _i (Rp/lembar)	33.902	34.012	34.012	34.012	34.012
Jumlah bakalan yang dipotong	X336	X337	X338	X339	X340

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	341	342	343	344	345
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	116	115	114	113	112
Ukuran Pelat 4	76	77	78	79	80
Pelat Sisa (mm ²)	1,440,000	1,442,880	1,445,760	1,448,640	1,451,520
W _i (menit/lembar)	45,0	45,0	45,0	45,0	45,2
T _i (menit/lembar)	22,50	22,50	22,50	22,50	22,58
R _i (menit/lembar)	35,35	35,35	35,35	35,35	35,43
P _i (Rp/lembar)	34.123	34.123	34.123	34.123	34.233
Jumlah bakalan yang dipotong	X341	X342	X343	X344	X345

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	346	347	348	349	350
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	111	110	109	108	107
Ukuran Pelat 4	81	82	83	84	85
Pelat Sisa (mm ²)	1,454,400	1,457,280	1,460,160	1,463,040	1,465,920
W _i (menit/lembar)	45,2	45,2	45,2	45,3	45,3
T _i (menit/lembar)	22,58	22,58	22,58	22,67	22,67
R _i (menit/lembar)	35,43	35,43	35,43	35,52	35,52
P _i (Rp/lembar)	34.233	34.233	34.233	34.344	34.344
Jumlah bakalan yang dipotong	X346	X347	X348	X349	X350

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	351	352	353	354	355
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	106	105	104	103	102
Ukuran Pelat 4	86	87	88	89	90
Pelat Sisa (mm ²)	1,468,800	1,471,680	1,474,560	1,477,440	1,480,320
W _i (menit/lembar)	45,3	45,3	45,5	45,5	45,5
T _i (menit/lembar)	22,67	22,67	22,75	22,75	22,75
R _i (menit/lembar)	35,52	35,52	35,60	35,60	35,60
P _i (Rp/lembar)	34.344	34.344	34.454	34.454	34.454
Jumlah bakalan yang dipotong	X351	X352	X353	X354	X355

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	356	357	358	359	360
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	101	100	99	98	97
Ukuran Pelat 4	91	92	93	94	95
Pelat Sisa (mm ²)	1,483,200	1,486,080	1,488,960	1,491,840	1,494,720
W _i (menit/lembar)	45,5	45,7	45,7	45,7	45,7
T _i (menit/lembar)	22,75	22,83	22,83	22,83	22,83
R _i (menit/lembar)	35,60	35,68	35,68	35,68	35,68
P _i (Rp/lembar)	34.454	34.565	34.565	34.565	34.565
Jumlah bakalan yang dipotong	X356	X357	X358	X359	X360

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	361	362	363	364	365
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	96	95	94	93	92
Ukuran Pelat 4	96	97	98	99	100
Pelat Sisa (mm ²)	1,497,600	1,500,480	1,503,360	1,506,240	1,509,120
W _i (menit/lembar)	45,8	45,8	45,8	45,8	46,0
T _i (menit/lembar)	22,92	22,92	22,92	22,92	23,00
R _i (menit/lembar)	35,77	35,77	35,77	35,77	35,85
P _i (Rp/lembar)	34.675	34.675	34.675	34.675	34.785
Jumlah bakalan yang dipotong	X361	X362	X363	X364	X365

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	366	367	368	369	370
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	91	90	89	88	87
Ukuran Pelat 4	101	102	103	104	105
Pelat Sisa (mm ²)	1,512,000	1,514,880	1,517,760	1,520,640	1,523,520
W _i (menit/lembar)	46,0	46,0	46,0	46,2	46,2
T _i (menit/lembar)	23,00	23,00	23,00	23,08	23,08
R _i (menit/lembar)	35,85	35,85	35,85	35,93	35,93
P _i (Rp/lembar)	34.785	34.785	34.785	34.896	34.896
Jumlah bakalan yang dipotong	X366	X367	X368	X369	X370

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	371	372	373	374	375
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	86	85	84	83	82
Ukuran Pelat 4	106	107	108	109	110
Pelat Sisa (mm ²)	1,526,400	1,529,280	1,532,160	1,535,040	1,537,920
W _i (menit/lembar)	46,2	46,2	46,3	46,3	46,3
T _i (menit/lembar)	23,08	23,08	23,17	23,17	23,17
R _i (menit/lembar)	35,93	35,93	36,02	36,02	36,02
P _i (Rp/lembar)	34.896	34.896	35.006	35.006	35.006
Jumlah bakalan yang dipotong	X371	X372	X373	X374	X375

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	376	377	378	379	380
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	81	80	79	78	77
Ukuran Pelat 4	111	112	113	114	115
Pelat Sisa (mm ²)	1,540,800	1,543,680	1,546,560	1,549,440	1,552,320
W _i (menit/lembar)	46,3	46,5	46,5	46,5	46,5
T _i (menit/lembar)	23,17	23,25	23,25	23,25	23,25
R _i (menit/lembar)	36,02	36,10	36,10	36,10	36,10
P _i (Rp/lembar)	35.006	35.117	35.117	35.117	35.117
Jumlah bakalan yang dipotong	X376	X377	X378	X379	X380

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	381	382	383	384	385
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	76	75	74	73	72
Ukuran Pelat 4	116	117	118	119	120
Pelat Sisa (mm ²)	1,555,200	1,558,080	1,560,960	1,563,840	1,566,720
W _i (menit/lembar)	46,7	46,7	46,7	46,7	46,8
T _i (menit/lembar)	23,33	23,33	23,33	23,33	23,42
R _i (menit/lembar)	36,18	36,18	36,18	36,18	36,27
P _i (Rp/lembar)	35.227	35.227	35.227	35.227	35.338
Jumlah bakalan yang dipotong	X381	X382	X383	X384	X385

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	386	387	388	389	390
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	71	70	69	68	67
Ukuran Pelat 4	121	122	123	124	125
Pelat Sisa (mm ²)	1,569,600	1,572,480	1,575,360	1,578,240	1,581,120
W _i (menit/lembar)	46,8	46,8	46,8	47,0	47,0
T _i (menit/lembar)	23,42	23,42	23,42	23,50	23,50
R _i (menit/lembar)	36,27	36,27	36,27	36,35	36,35
P _i (Rp/lembar)	35.338	35.338	35.338	35.448	35.448
Jumlah bakalan yang dipotong	X386	X387	X388	X389	X390

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	391	392	393	394	395
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	66	65	64	63	62
Ukuran Pelat 4	126	127	128	129	130
Pelat Sisa (mm ²)	1,584,000	1,586,880	1,589,760	1,592,640	1,595,520
W _i (menit/lembar)	47,0	47,0	47,2	47,2	47,2
T _i (menit/lembar)	23,50	23,50	23,58	23,58	23,58
R _i (menit/lembar)	36,35	36,35	36,43	36,43	36,43
P _i (Rp/lembar)	35.448	35.448	35.558	35.558	35.558
Jumlah bakalan yang dipotong	X391	X392	X393	X394	X395

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	396	397	398	399	400
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	61	60	59	58	57
Ukuran Pelat 4	131	132	133	134	135
Pelat Sisa (mm ²)	1,598,400	1,601,280	1,604,160	1,607,040	1,609,920
W _i (menit/lembar)	47,2	47,3	47,3	47,3	47,3
T _i (menit/lembar)	23,58	23,67	23,67	23,67	23,67
R _i (menit/lembar)	36,43	36,52	36,52	36,52	36,52
P _i (Rp/lembar)	35.558	35.669	35.669	35.669	35.669
Jumlah bakalan yang dipotong	X396	X397	X398	X399	X400

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	401	402	403	404	405
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	56	55	54	53	52
Ukuran Pelat 4	136	137	138	139	140
Pelat Sisa (mm ²)	1,612,800	1,615,680	1,618,560	1,621,440	1,624,320
W _i (menit/lembar)	47,5	47,5	47,5	47,5	47,7
T _i (menit/lembar)	23,75	23,75	23,75	23,75	23,83
R _i (menit/lembar)	36,60	36,60	36,60	36,60	36,68
P _i (Rp/lembar)	35.779	35.779	35.779	35.779	35.890
Jumlah bakalan yang dipotong	X401	X402	X403	X404	X405

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	406	407	408	409	410
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	51	50	49	48	47
Ukuran Pelat 4	141	142	143	144	145
Pelat Sisa (mm ²)	1,627,200	1,630,080	1,632,960	1,635,840	1,638,720
W _i (menit/lembar)	47,7	47,7	47,7	47,8	47,8
T _i (menit/lembar)	23,83	23,83	23,83	23,92	23,92
R _i (menit/lembar)	36,68	36,68	36,68	36,77	36,77
P _i (Rp/lembar)	35.890	35.890	35.890	36.000	36.000
Jumlah bakalan yang dipotong	X406	X407	X408	X409	X410

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	411	412	413	414	415
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	46	45	44	43	42
Ukuran Pelat 4	146	147	148	149	150
Pelat Sisa (mm ²)	1,641,600	1,644,480	1,647,360	1,650,240	1,653,120
W _i (menit/lembar)	47,8	47,8	48,0	48,0	48,0
T _i (menit/lembar)	23,92	23,92	24,00	24,00	24,00
R _i (menit/lembar)	36,77	36,77	36,85	36,85	36,85
P _i (Rp/lembar)	36.000	36.000	36.111	36.111	36.111
Jumlah bakalan yang dipotong	X411	X412	X413	X414	X415

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	416	417	418	419	420
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	41	40	39	38	37
Ukuran Pelat 4	151	152	153	154	155
Pelat Sisa (mm ²)	1,656,000	1,658,880	1,661,760	1,664,640	1,667,520
W _i (menit/lembar)	48,0	48,2	48,2	48,2	48,2
T _i (menit/lembar)	24,00	24,08	24,08	24,08	24,08
R _i (menit/lembar)	36,85	36,93	36,93	36,93	36,93
P _i (Rp/lembar)	36.111	36.221	36.221	36.221	36.221
Jumlah bakalan yang dipotong	X416	X417	X418	X419	X420

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	421	422	423	424	425
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	36	35	34	33	32
Ukuran Pelat 4	156	157	158	159	160
Pelat Sisa (mm ²)	1,670,400	1,673,280	1,676,160	1,679,040	1,681,920
W _i (menit/lembar)	48,3	48,3	48,3	48,3	48,5
T _i (menit/lembar)	24,17	24,17	24,17	24,17	24,25
R _i (menit/lembar)	37,02	37,02	37,02	37,02	37,10
P _i (Rp/lembar)	36.331	36.331	36.331	36.331	36.442
Jumlah bakalan yang dipotong	X421	X422	X423	X424	X425

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	426	427	428	429	430
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	31	30	29	28	27
Ukuran Pelat 4	161	162	163	164	165
Pelat Sisa (mm ²)	1,684,800	1,687,680	1,690,560	1,693,440	1,696,320
W _i (menit/lembar)	48,5	48,5	48,5	48,7	48,7
T _i (menit/lembar)	24,25	24,25	24,25	24,33	24,33
R _i (menit/lembar)	37,10	37,10	37,10	37,18	37,18
P _i (Rp/lembar)	36.442	36.442	36.442	36.552	36.552
Jumlah bakalan yang dipotong	X426	X427	X428	X429	X430

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	431	432	433	434	435
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	26	25	24	23	22
Ukuran Pelat 4	166	167	168	169	170
Pelat Sisa (mm ²)	1,699,200	1,702,080	1,704,960	1,707,840	1,710,720
W _i (menit/lembar)	48,7	48,7	48,8	48,8	48,8
T _i (menit/lembar)	24,33	24,33	24,42	24,42	24,42
R _i (menit/lembar)	37,18	37,18	37,27	37,27	37,27
P _i (Rp/lembar)	36.552	36.552	36.663	36.663	36.663
Jumlah bakalan yang dipotong	X431	X432	X433	X434	X435

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	436	437	438	439	440
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	21	20	19	18	17
Ukuran Pelat 4	171	172	173	174	175
Pelat Sisa (mm ²)	1,713,600	1,716,480	1,719,360	1,722,240	1,725,120
W _i (menit/lembar)	48,8	49,0	49,0	49,0	49,0
T _i (menit/lembar)	24,42	24,50	24,50	24,50	24,50
R _i (menit/lembar)	37,27	37,35	37,35	37,35	37,35
P _i (Rp/lembar)	36.663	36.773	36.773	36.773	36.773
Jumlah bakalan yang dipotong	X436	X437	X438	X439	X440

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	441	442	443	444	445
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	16	15	14	13	12
Ukuran Pelat 4	176	177	178	179	180
Pelat Sisa (mm ²)	1,728,000	1,730,880	1,733,760	1,736,640	1,739,520
W _i (menit/lembar)	49,2	49,2	49,2	49,2	49,3
T _i (menit/lembar)	24,58	24,58	24,58	24,58	24,67
R _i (menit/lembar)	37,43	37,43	37,43	37,43	37,52
P _i (Rp/lembar)	36.884	36.884	36.884	36.884	36.994
Jumlah bakalan yang dipotong	X441	X442	X443	X444	X445

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	446	447	448	449	450
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	11	10	9	8	7
Ukuran Pelat 4	181	182	183	184	185
Pelat Sisa (mm ²)	1,742,400	1,745,280	1,748,160	1,751,040	1,753,920
W _i (menit/lembar)	49,3	49,3	49,3	49,5	49,5
T _i (menit/lembar)	24,67	24,67	24,67	24,75	24,75
R _i (menit/lembar)	37,52	37,52	37,52	37,60	37,60
P _i (Rp/lembar)	36.994	36.994	36.994	37.105	37.105
Jumlah bakalan yang dipotong	X446	X447	X448	X449	X450

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	451	452	453	454	455
Ukuran Pelat 1	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 2	0	0	0	0	0
Ukuran Pelat 3	6	5	4	3	2
Ukuran Pelat 4	186	187	188	189	190
Pelat Sisa (mm ²)	1,756,800	1,759,680	1,762,560	1,765,440	1,768,320
W _i (menit/lembar)	49,5	49,5	49,7	49,7	49,7
T _i (menit/lembar)	24,75	24,75	24,83	24,83	24,83
R _i (menit/lembar)	37,60	37,60	37,68	37,68	37,68
P _i (Rp/Lembar)	37.105	37.105	37.215	37.215	37.215
Jumlah bakalan yang dipotong	X451	X452	X453	X454	X455

Tabel L2.1 Proses Pemotongan Pola Potong (Lanjutan)

	Pola Potong				
	456	457			
Ukuran Pelat 1	0	0			
Ukuran Pelat 2	0	0			
Ukuran Pelat 3	1	0			
Ukuran Pelat 4	191	192			
Pelat Sisa (mm ²)	1,771,200	1,774,080			
W _i (menit/lembar)	49,7	49,8			
T _i (menit/lembar)	24,83	24,92			
R _i (menit/lembar)	37,68	37,77			
P _i (Rp/lembar)	37.215	37.325			
Jumlah bakalan yang dipotong	X456	X457			

Gambar L1.270 Pola Potong 270

Gambar L1.270 Pola Potong 270

[illegible]

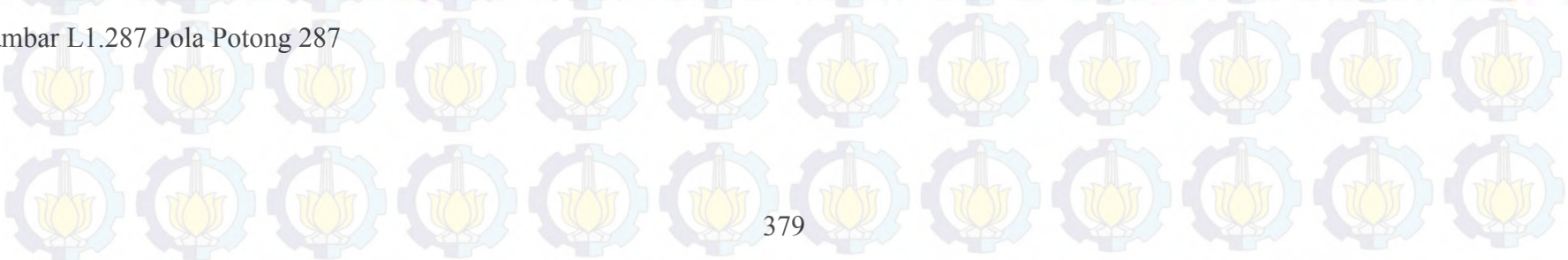
Gambar L1.279 Pola Potong 279

Gambar L1.379 Pola Potong 379

Gambar L1.380 Pola Potong 380

17	17	20	20

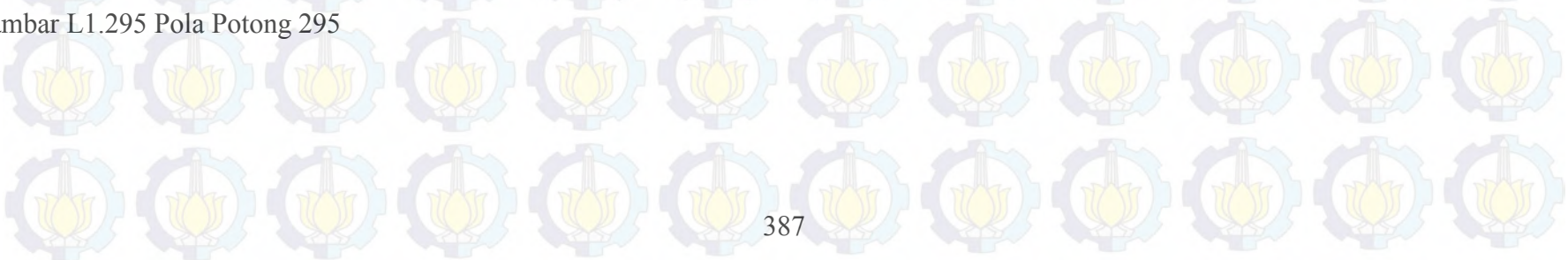
ambar L1.287 Pola Potong 287



379

17	17	20	20
----	----	----	----

ambar L1.295 Pola Potong 295



387

ambar L1.299 Pola Potong 299

17

392

Gambar L1.301 Pola Potong 301

Gambar L1.304 Pola Potong 304

Gambar L1.307 Pola Potong 307

Lampiran 3

Model Persamaan Matematis dalam *Software* Lingo 11

!Objective Function;

$$\begin{aligned} \text{Min} = & 23424*X1 + 28752*X2 + 34080*X3 + 39408*X4 + 44736*X5 + 50064*X6 \\ & + 55392*X7 + 60720*X8 + 66048*X9 + 71376*X10 + 76704*X11 + 82032*X12 + \\ & 87360*X13 + 92688*X14 + 98016*X15 + 103344*X16 + 108672*X17 + \\ & 114000*X18 + 119328*X19 + 124656*X20 + 129984*X21 + 135312*X22 + \\ & 140640*X23 + 145968*X24 + 151296*X25 + 156624*X26 + 161952*X27 + \\ & 167280*X28 + 172608*X29 + 177936*X30 + 183264*X31 + 188592*X32 + \\ & 193920*X33 + 25872*X34 + 28320*X35 + 30768*X36 + 33216*X37 + 35664*X38 \\ & + 38112*X39 + 40560*X40 + 43008*X41 + 45456*X42 + 47904*X43 + 50352*X44 \\ & + 52800*X45 + 55248*X46 + 57696*X47 + 60144*X48 + 62592*X49 + \\ & 65040*X50 + 67488*X51 + 69936*X52 + 72384*X53 + 74832*X54 + 77280*X55 \\ & + 79728*X56 + 82176*X57 + 84624*X58 + 87072*X59 + 89520*X60 + \\ & 91968*X61 + 94416*X62 + 96864*X63 + 99312*X64 + 101760*X65 + 45264*X66 \\ & + 67104*X67 + 88944*X68 + 110784*X69 + 132624*X70 + 154464*X71 + \\ & 176304*X72 + 198144*X73 + 203472*X74 + 208800*X75 + 214128*X76 + \\ & 219456*X77 + 224784*X78 + 230112*X79 + 235440*X80 + 240768*X81 + \\ & 246096*X82 + 251424*X83 + 256752*X84 + 262080*X85 + 267408*X86 + \\ & 272736*X87 + 278064*X88 + 283392*X89 + 288720*X90 + 294048*X91 + \\ & 299376*X92 + 304704*X93 + 310032*X94 + 315360*X95 + 320688*X96 + \\ & 326016*X97 + 331344*X98 + 336672*X99 + 342000*X100 + 347328*X101 + \\ & 352656*X102 + 357984*X103 + 363312*X104 + 368640*X105 + 373968*X106 + \\ & 379296*X107 + 384624*X108 + 389952*X109 + 395280*X110 + 400608*X111 + \\ & 405936*X112 + 411264*X113 + 416592*X114 + 421920*X115 + 427248*X116 + \\ & 432576*X117 + 437904*X118 + 443232*X119 + 448560*X120 + 453888*X121 + \\ & 459216*X122 + 464544*X123 + 469872*X124 + 475200*X125 + 480528*X126 + \\ & 485856*X127 + 491184*X128 + 496512*X129 + 501840*X130 + 507168*X131 + \\ & 512496*X132 + 517824*X133 + 523152*X134 + 528480*X135 + 533808*X136 + \\ & 539136*X137 + 544464*X138 + 549792*X139 + 555120*X140 + 560448*X141 + \\ & 565776*X142 + 571104*X143 + 576432*X144 + 581760*X145 + 587088*X146 + \\ & 592416*X147 + 597744*X148 + 603072*X149 + 608400*X150 + 613728*X151 + \\ & 619056*X152 + 624384*X153 + 629712*X154 + 635040*X155 + 640368*X156 + \\ & 645696*X157 + 651024*X158 + 656352*X159 + 661680*X160 + 667008*X161 + \\ & 672336*X162 + 677664*X163 + 682992*X164 + 688320*X165 + 693648*X166 + \\ & 698976*X167 + 704304*X168 + 709632*X169 + 714960*X170 + 720288*X171 + \\ & 725616*X172 + 730944*X173 + 736272*X174 + 741600*X175 + 746928*X176 + \\ & 752256*X177 + 757584*X178 + 762912*X179 + 768240*X180 + 773568*X181 + \end{aligned}$$

778896*X182 + 784224*X183 + 789552*X184 + 794880*X185 + 800208*X186 +
 805536*X187 + 810864*X188 + 816192*X189 + 821520*X190 + 826848*X191 +
 832176*X192 + 837504*X193 + 842832*X194 + 848160*X195 + 853488*X196 +
 858816*X197 + 864144*X198 + 869472*X199 + 874800*X200 + 880128*X201 +
 885456*X202 + 890784*X203 + 896112*X204 + 901440*X205 + 906768*X206 +
 912096*X207 + 917424*X208 + 922752*X209 + 928080*X210 + 933408*X211 +
 938736*X212 + 944064*X213 + 949392*X214 + 954720*X215 + 960048*X216 +
 965376*X217 + 970704*X218 + 976032*X219 + 981360*X220 + 986688*X221 +
 992016*X222 + 997344*X223 + 1002672*X224 + 1008000*X225 + 1013328*X226
 + 1018656*X227 + 1023984*X228 + 1029312*X229 + 1034640*X230
 + 1039968*X231 + 1045296*X232 + 1050624*X233 + 1055952*X234 +
 1061280*X235 + 1066608*X236 + 1071936*X237 + 1077264*X238 +
 1082592*X239 + 1087920*X240 + 1093248*X241 + 1098576*X242 +
 1103904*X243 + 1109232*X244 + 1114560*X245 + 1119888*X246 +
 1125216*X247 + 1130544*X248 + 1135872*X249 + 1141200*X250 +
 1146528*X251 + 1151856*X252 + 1157184*X253 + 1162512*X254 +
 1167840*X255 + 1173168*X256 + 1178496*X257 + 1183824*X258 +
 1189152*X259 + 1194480*X260 + 1199808*X261 + 1205136*X262 +
 1210464*X263 + 1215792*X264 + 1221120*X265 + 1224000*X266 +
 1226880*X267 + 1229760*X268 + 1232640*X269 + 1235520*X270 +
 1238400*X271 + 1241280*X272 + 1244160*X273 + 1247040*X274 +
 1249920*X275 + 1252800*X276 + 1255680*X277 + 1258560*X278 +
 1261440*X279 + 1264320*X280 + 1267200*X281 + 1270080*X282 +
 1272960*X283 + 1275840*X284 + 1278720*X285 + 1281600*X286 +
 1284480*X287 + 1287360*X288 + 1290240*X289 + 1293120*X290 +
 1296000*X291 + 1298880*X292 + 1301760*X293 + 1304640*X294 +
 1307520*X295 + 1310400*X296 + 1313280*X297 + 1316160*X298 +
 1319040*X299 + 1321920*X300 + 1324800*X301 + 1327680*X302 +
 1330560*X303 + 1333440*X304 + 1336320*X305 + 1339200*X306 +
 1342080*X307 + 1344960*X308 + 1347840*X309 + 1350720*X310
 + 1353600*X311 + 1356480*X312 + 1359360*X313 + 1362240*X314 +
 1365120*X315 + 1368000*X316 + 1370880*X317 + 1373760*X318 +
 1376640*X319 + 1379520*X320 + 1382400*X321 + 1385280*X322 +
 1388160*X323 + 1391040*X324 + 1393920*X325 + 1396800*X326 +
 1399680*X327 + 1402560*X328 + 1405440*X329 + 1408320*X330 +
 1411200*X331 + 1414080*X332 + 1416960*X333 + 1419840*X334 +
 1422720*X335 + 1425600*X336 + 1428480*X337 + 1431360*X338 +
 1434240*X339 + 1437120*X340 + 1440000*X341 + 1442880*X342 +
 1445760*X343 + 1448640*X344 + 1451520*X345 + 1454400*X346 +
 1457280*X347 + 1460160*X348 + 1463040*X349 + 1465920*X350 +
 1468800*X351 + 1471680*X352 + 1474560*X353 + 1477440*X354 +
 1480320*X355 + 1483200*X356 + 1486080*X357 + 1488960*X358 +
 1491840*X359 + 1494720*X360 + 1497600*X361 + 1500480*X362 +
 1503360*X363 + 1506240*X364 + 1509120*X365 + 1512000*X366 +

1514880*X367 + 1517760*X368 + 1520640*X369 + 1523520*X370 +
 1526400*X371 + 1529280*X372 + 1532160*X373 + 1535040*X374 +
 1537920*X375 + 1540800*X376 + 1543680*X377 + 1546560*X378 +
 1549440*X379 + 1552320*X380 + 1555200*X381 + 1558080*X382 +
 1560960*X383 + 1563840*X384 + 1566720*X385 + 1569600*X386 +
 1572480*X387 + 1575360*X388 + 1578240*X389 + 1581120*X390 +
 1584000*X391 + 1586880*X392 + 1589760*X393 + 1592640*X394 +
 1595520*X395 + 1598400*X396 + 1601280*X397 + 1604160*X398 +
 1607040*X399 + 1609920*X400 + 1612800*X401 + 1615680*X402 +
 1618560*X403 + 1621440*X404 + 1624320*X405 + 1627200*X406 +
 1630080*X407 + 1632960*X408 + 1635840*X409 + 1638720*X410 +
 1641600*X411 + 1644480*X412 + 1647360*X413 + 1650240*X414 +
 1653120*X415 + 1656000*X416 + 1658880*X417 + 1661760*X418 +
 1664640*X419 + 1667520*X420 + 1670400*X421 + 1673280*X422 +
 1676160*X423 + 1679040*X424 + 1681920*X425 + 1684800*X426 +
 1687680*X427 + 1690560*X428 + 1693440*X429 + 1696320*X430 +
 1699200*X431 + 1702080*X432 + 1704960*X433 + 1707840*X434 +
 1710720*X435 + 1713600*X436 + 1716480*X437 + 1719360*X438 +
 1722240*X439 + 1725120*X440 + 1728000*X441 + 1730880*X442 +
 1733760*X443 + 1736640*X444 + 1739520*X445 + 1742400*X446 +
 1745280*X447 + 1748160*X448 + 1751040*X449 + 1753920*X450 +
 1756800*X451 + 1759680*X452 + 1762560*X453 + 1765440*X454 +
 1768320*X455 + 1771200*X456 + 1774080*X457-A;

!Constraint Function - Jumlah Permintaan Masing-Masing Pelat;

!Pelat Ukuran 1;

8*X1 + 8*X2 + 8*X3 + 8*X4 + 8*X5 + 8*X6 + 8*X7 + 8*X8 + 8*X9 + 8*X10 +
 8*X11 + 8*X12 + 8*X13 + 8*X14 + 8*X15 + 8*X16 + 8*X17 + 8*X18 + 8*X19 +
 8*X20 + 8*X21 + 8*X22 + 8*X23 + 8*X24 + 8*X25 + 8*X26 + 8*X27 + 8*X28 +
 8*X29 + 8*X30 + 8*X31 + 8*X32 + 8*X33 + 8*X34 + 8*X35 + 8*X36 + 8*X37 +
 8*X38 + 8*X39 + 8*X40 + 8*X41 + 8*X42 + 8*X43 + 8*X44 + 8*X45 + 8*X46 +
 8*X47 + 8*X48 + 8*X49 + 8*X50 + 8*X51 + 8*X52 + 8*X53 + 8*X54 + 8*X55 +
 8*X56 + 8*X57 + 8*X58 + 8*X59 + 8*X60 + 8*X61 + 8*X62 + 8*X63 + 8*X64 +
 8*X65 + 7*X66 + 6*X67 + 5*X68 + 4*X69 + 3*X70 + 2*X71 + 1*X72 + 0*X73 +
 0*X74 + 0*X75 + 0*X76 + 0*X77 + 0*X78 + 0*X79 + 0*X80 + 0*X81 + 0*X82 +
 0*X83 + 0*X84 + 0*X85 + 0*X86 + 0*X87 + 0*X88 + 0*X89 + 0*X90 + 0*X91 +
 0*X92 + 0*X93 + 0*X94 + 0*X95 + 0*X96 + 0*X97 + 0*X98 + 0*X99 + 0*X100 +
 0*X101 + 0*X102 + 0*X103 + 0*X104 + 0*X105 + 0*X106 + 0*X107 + 0*X108 +
 0*X109 + 0*X110 + 0*X111 + 0*X112 + 0*X113 + 0*X114 + 0*X115 + 0*X116 +



$0*X117 + 0*X118 + 0*X119 + 0*X120 + 0*X121 + 0*X122 + 0*X123 + 0*X124 +$
 $0*X125 + 0*X126 + 0*X127 + 0*X128 + 0*X129 + 0*X130 + 0*X131 + 0*X132 +$
 $0*X133 + 0*X134 + 0*X135 + 0*X136 + 0*X137 + 0*X138 + 0*X139 + 0*X140 +$
 $0*X141 + 0*X142 + 0*X143 + 0*X144 + 0*X145 + 0*X146 + 0*X147 + 0*X148 +$
 $0*X149 + 0*X150 + 0*X151 + 0*X152 + 0*X153 + 0*X154 + 0*X155 + 0*X156 +$
 $0*X157 + 0*X158 + 0*X159 + 0*X160 + 0*X161 + 0*X162 + 0*X163 + 0*X164 +$
 $0*X165 + 0*X166 + 0*X167 + 0*X168 + 0*X169 + 0*X170 + 0*X171 + 0*X172 +$
 $0*X173 + 0*X174 + 0*X175 + 0*X176 + 0*X177 + 0*X178 + 0*X179 + 0*X180 +$
 $0*X181 + 0*X182 + 0*X183 + 0*X184 + 0*X185 + 0*X186 + 0*X187 + 0*X188 +$
 $0*X189 + 0*X190 + 0*X191 + 0*X192 + 0*X193 + 0*X194 + 0*X195 + 0*X196 +$
 $0*X197 + 0*X198 + 0*X199 + 0*X200 + 0*X201 + 0*X202 + 0*X203 + 0*X204 +$
 $0*X205 + 0*X206 + 0*X207 + 0*X208 + 0*X209 + 0*X210 + 0*X211 + 0*X212 +$
 $0*X213 + 0*X214 + 0*X215 + 0*X216 + 0*X217 + 0*X218 + 0*X219 + 0*X220$
 $+ 0*X221 + 0*X222 + 0*X223 + 0*X224 + 0*X225 + 0*X226 + 0*X227 + 0*X228$
 $+ 0*X229 + 0*X230 + 0*X231 + 0*X232 + 0*X233 + 0*X234 + 0*X235 + 0*X236$
 $+ 0*X237 + 0*X238 + 0*X239 + 0*X240 + 0*X241 + 0*X242 + 0*X243 + 0*X244$
 $+ 0*X245 + 0*X246 + 0*X247 + 0*X248 + 0*X249 + 0*X250 + 0*X251 + 0*X252$
 $+ 0*X253 + 0*X254 + 0*X255 + 0*X256 + 0*X257 + 0*X258 + 0*X259 + 0*X260$
 $+ 0*X261 + 0*X262 + 0*X263 + 0*X264 + 0*X265 + 0*X266 + 0*X267 + 0*X268$
 $+ 0*X269 + 0*X270 + 0*X271 + 0*X272 + 0*X273 + 0*X274 + 0*X275 + 0*X276$
 $+ 0*X277 + 0*X278 + 0*X279 + 0*X280 + 0*X281 + 0*X282 + 0*X283 + 0*X284 +$
 $0*X285 + 0*X286 + 0*X287 + 0*X288 + 0*X289 + 0*X290 + 0*X291 + 0*X292 +$
 $0*X293 + 0*X294 + 0*X295 + 0*X296 + 0*X297 + 0*X298 + 0*X299 + 0*X300 +$
 $0*X301 + 0*X302 + 0*X303 + 0*X304 + 0*X305 + 0*X306 + 0*X307 + 0*X308 +$
 $0*X309 + 0*X310 + 0*X311 + 0*X312 + 0*X313 + 0*X314 + 0*X315 + 0*X316 +$
 $0*X317 + 0*X318 + 0*X319 + 0*X320 + 0*X321 + 0*X322 + 0*X323 + 0*X324 +$
 $0*X325 + 0*X326 + 0*X327 + 0*X328 + 0*X329 + 0*X330 + 0*X331 + 0*X332 +$
 $0*X333 + 0*X334 + 0*X335 + 0*X336 + 0*X337 + 0*X338 + 0*X339 + 0*X340 +$
 $0*X341 + 0*X342 + 0*X343 + 0*X344 + 0*X345 + 0*X346 + 0*X347 + 0*X348 +$
 $0*X349 + 0*X350 + 0*X351 + 0*X352 + 0*X353 + 0*X354 + 0*X355 + 0*X356 +$
 $0*X357 + 0*X358 + 0*X359 + 0*X360 + 0*X361 + 0*X362 + 0*X363 + 0*X364 +$
 $0*X365 + 0*X366 + 0*X367 + 0*X368 + 0*X369 + 0*X370 + 0*X371 + 0*X372 +$
 $0*X373 + 0*X374 + 0*X375 + 0*X376 + 0*X377 + 0*X378 + 0*X379 + 0*X380 +$
 $0*X381 + 0*X382 + 0*X383 + 0*X384 + 0*X385 + 0*X386 + 0*X387 + 0*X388 +$
 $0*X389 + 0*X390 + 0*X391 + 0*X392 + 0*X393 + 0*X394 + 0*X395 + 0*X396 +$
 $0*X397 + 0*X398 + 0*X399 + 0*X400 + 0*X401 + 0*X402 + 0*X403 + 0*X404 +$
 $0*X405 + 0*X406 + 0*X407 + 0*X408 + 0*X409 + 0*X410 + 0*X411 + 0*X412 +$
 $0*X413 + 0*X414 + 0*X415 + 0*X416 + 0*X417 + 0*X418 + 0*X419 + 0*X420 +$
 $0*X421 + 0*X422 + 0*X423 + 0*X424 + 0*X425 + 0*X426 + 0*X427 + 0*X428 +$
 $0*X429 + 0*X430 + 0*X431 + 0*X432 + 0*X433 + 0*X434 + 0*X435 + 0*X436 +$
 $0*X437 + 0*X438 + 0*X439 + 0*X440 + 0*X441 + 0*X442 + 0*X443 + 0*X444 +$
 $0*X445 + 0*X446 + 0*X447 + 0*X448 + 0*X449 + 0*X450 + 0*X451 + 0*X452 +$
 $0*X453 + 0*X454 + 0*X455 + 0*X456 + 0*X457 \geq 350;$

!Pelat Ukuran 2;

32*X1 + 31*X2 + 30*X3 + 29*X4 + 28*X5 + 27*X6 + 26*X7 + 25*X8 + 24*X9 +
23*X10 + 22*X11 + 21*X12 + 20*X13 + 19*X14 + 18*X15 + 17*X16 + 16*X17 +
15*X18 + 14*X19 + 13*X20 + 12*X21 + 11*X22 + 10*X23 + 9*X24 + 8*X25 +
7*X26 + 6*X27 + 5*X28 + 4*X29 + 3*X30 + 2*X31 + 1*X32 + 0*X33 + 31*X34 +
30*X35 + 29*X36 + 28*X37 + 27*X38 + 26*X39 + 25*X40 + 24*X41 + 23*X42 +
22*X43 + 21*X44 + 20*X45 + 19*X46 + 18*X47 + 17*X48 + 16*X49 + 15*X50 +
14*X51 + 13*X52 + 12*X53 + 11*X54 + 10*X55 + 9*X56 + 8*X57 + 7*X58 +
6*X59 + 5*X60 + 4*X61 + 3*X62 + 2*X63 + 1*X64 + 0*X65 + 52*X66 + 72*X67
+ 92*X68 + 112*X69 + 132*X70 + 152*X71 + 172*X72 + 192*X73 + 191*X74 +
190*X75 + 189*X76 + 188*X77 + 187*X78 + 186*X79 + 185*X80 + 184*X81 +
183*X82 + 182*X83 + 181*X84 + 180*X85 + 179*X86 + 178*X87 + 177*X88 +
176*X89 + 175*X90 + 174*X91 + 173*X92 + 172*X93 + 171*X94 + 170*X95 +
169*X96 + 168*X97 + 167*X98 + 166*X99 + 165*X100 + 164*X101 + 163*X102
+ 162*X103 + 161*X104 + 160*X105 + 159*X106 + 158*X107 + 157*X108 +
156*X109 + 155*X110 + 154*X111 + 153*X112 + 152*X113 + 151*X114 +
150*X115 + 149*X116 + 148*X117 + 147*X118 + 146*X119 + 145*X120 +
144*X121 + 143*X122 + 142*X123 + 141*X124 + 140*X125 + 139*X126 +
138*X127 + 137*X128 + 136*X129 + 135*X130 + 134*X131 + 133*X132 +
132*X133 + 131*X134 + 130*X135 + 129*X136 + 128*X137 + 127*X138 +
126*X139 + 125*X140 + 124*X141 + 123*X142 + 122*X143 + 121*X144 +
120*X145 + 119*X146 + 118*X147 + 117*X148 + 116*X149 + 115*X150 +
114*X151 + 113*X152 + 112*X153 + 111*X154 + 110*X155 + 109*X156 +
108*X157 + 107*X158 + 106*X159 + 105*X160 + 104*X161 + 103*X162 +
102*X163 + 101*X164 + 100*X165 + 99*X166 + 98*X167 + 97*X168 + 96*X169
+ 95*X170 + 94*X171 + 93*X172 + 92*X173 + 91*X174 + 90*X175 + 89*X176 +
88*X177 + 87*X178 + 86*X179 + 85*X180 + 84*X181 + 83*X182 + 82*X183 +
81*X184 + 80*X185 + 79*X186 + 78*X187 + 77*X188 + 76*X189 + 75*X190 +
74*X191 + 73*X192 + 72*X193 + 71*X194 + 70*X195 + 69*X196 + 68*X197 +
67*X198 + 66*X199 + 65*X200 + 64*X201 + 63*X202 + 62*X203 + 61*X204 +
60*X205 + 59*X206 + 58*X207 + 57*X208 + 56*X209 + 55*X210 + 54*X211 +
53*X212 + 52*X213 + 51*X214 + 50*X215 + 49*X216 + 48*X217 + 47*X218 +
46*X219 + 45*X220 + 44*X221 + 43*X222 + 42*X223 + 41*X224 + 40*X225 +
39*X226 + 38*X227 + 37*X228 + 36*X229 + 35*X230 + 34*X231 + 33*X232 +
32*X233 + 31*X234 + 30*X235 + 29*X236 + 28*X237 + 27*X238 + 26*X239 +
25*X240 + 24*X241 + 23*X242 + 22*X243 + 21*X244 + 20*X245 + 19*X246 +
18*X247 + 17*X248 + 16*X249 + 15*X250 + 14*X251 + 13*X252 + 12*X253 +
11*X254 + 10*X255 + 9*X256 + 8*X257 + 7*X258 + 6*X259 + 5*X260 + 4*X261
+ 3*X262 + 2*X263 + 1*X264 + 0*X265 + 0*X266 + 0*X267 + 0*X268 + 0*X269
+ 0*X270 + 0*X271 + 0*X272 + 0*X273 + 0*X274 + 0*X275 + 0*X276 + 0*X277
+ 0*X278 + 0*X279 + 0*X280 + 0*X281 + 0*X282 + 0*X283 + 0*X284 + 0*X285
+ 0*X286 + 0*X287 + 0*X288 + 0*X289 + 0*X290 + 0*X291 + 0*X292 + 0*X293
+ 0*X294 + 0*X295 + 0*X296 + 0*X297 + 0*X298 + 0*X299 + 0*X300 + 0*X301

$+ 0*X302 + 0*X303 + 0*X304 + 0*X305 + 0*X306 + 0*X307 + 0*X308 + 0*X309$
 $+ 0*X310 + 0*X311 + 0*X312 + 0*X313 + 0*X314 + 0*X315 + 0*X316 + 0*X317$
 $+ 0*X318 + 0*X319 + 0*X320 + 0*X321 + 0*X322 + 0*X323 + 0*X324 + 0*X325$
 $+ 0*X326 + 0*X327 + 0*X328 + 0*X329 + 0*X330 + 0*X331 + 0*X332 + 0*X333$
 $+ 0*X334 + 0*X335 + 0*X336 + 0*X337 + 0*X338 + 0*X339 + 0*X340 + 0*X341$
 $+ 0*X342 + 0*X343 + 0*X344 + 0*X345 + 0*X346 + 0*X347 + 0*X348 + 0*X349$
 $+ 0*X350 + 0*X351 + 0*X352 + 0*X353 + 0*X354 + 0*X355 + 0*X356 + 0*X357$
 $+ 0*X358 + 0*X359 + 0*X360 + 0*X361 + 0*X362 + 0*X363 + 0*X364 + 0*X365$
 $+ 0*X366 + 0*X367 + 0*X368 + 0*X369 + 0*X370 + 0*X371 + 0*X372 + 0*X373$
 $+ 0*X374 + 0*X375 + 0*X376 + 0*X377 + 0*X378 + 0*X379 + 0*X380 + 0*X381$
 $+ 0*X382 + 0*X383 + 0*X384 + 0*X385 + 0*X386 + 0*X387 + 0*X388 + 0*X389$
 $+ 0*X390 + 0*X391 + 0*X392 + 0*X393 + 0*X394 + 0*X395 + 0*X396 + 0*X397$
 $+ 0*X398 + 0*X399 + 0*X400 + 0*X401 + 0*X402 + 0*X403 + 0*X404 + 0*X405$
 $+ 0*X406 + 0*X407 + 0*X408 + 0*X409 + 0*X410 + 0*X411 + 0*X412 + 0*X413$
 $+ 0*X414 + 0*X415 + 0*X416 + 0*X417 + 0*X418 + 0*X419 + 0*X420 + 0*X421$
 $+ 0*X422 + 0*X423 + 0*X424 + 0*X425 + 0*X426 + 0*X427 + 0*X428 + 0*X429$
 $+ 0*X430 + 0*X431 + 0*X432 + 0*X433 + 0*X434 + 0*X435 + 0*X436 + 0*X437$
 $+ 0*X438 + 0*X439 + 0*X440 + 0*X441 + 0*X442 + 0*X443 + 0*X444 + 0*X445$
 $+ 0*X446 + 0*X447 + 0*X448 + 0*X449 + 0*X450 + 0*X451 + 0*X452 + 0*X453$
 $+ 0*X454 + 0*X455 + 0*X456 + 0*X457 \geq 350;$

!Plat Ukuran 3;

$0*X1 + 1*X2 + 2*X3 + 3*X4 + 4*X5 + 5*X6 + 6*X7 + 7*X8 + 8*X9 + 9*X10 +$
 $10*X11 + 11*X12 + 12*X13 + 13*X14 + 14*X15 + 15*X16 + 16*X17 + 17*X18 +$
 $18*X19 + 19*X20 + 20*X21 + 21*X22 + 22*X23 + 23*X24 + 25*X26 + 26*X27 +$
 $27*X28 + 28*X29 + 29*X30 + 30*X31 + 31*X32 + 32*X33 + 0*X34 + 0*X35 +$
 $0*X36 + 0*X37 + 0*X38 + 0*X39 + 0*X40 + 0*X41 + 0*X42 + 0*X43 + 0*X44 +$
 $0*X45 + 0*X46 + 0*X47 + 0*X48 + 0*X49 + 0*X50 + 0*X51 + 0*X52 + 0*X53 +$
 $0*X54 + 0*X55 + 0*X56 + 0*X57 + 0*X58 + 0*X59 + 0*X60 + 0*X61 + 0*X62 +$
 $0*X63 + 0*X64 + 0*X65 + 0*X66 + 0*X67 + 0*X68 + 0*X69 + 0*X70 + 0*X71 +$
 $0*X72 + 0*X73 + 1*X74 + 2*X75 + 3*X76 + 4*X77 + 5*X78 + 6*X79 + 7*X80 +$
 $8*X81 + 9*X82 + 10*X83 + 11*X84 + 12*X85 + 13*X86 + 14*X87 + 15*X88 +$
 $16*X89 + 17*X90 + 18*X91 + 19*X92 + 20*X93 + 21*X94 + 22*X95 + 23*X96 +$
 $24*X97 + 25*X98 + 26*X99 + 27*X100 + 28*X101 + 29*X102 + 30*X103 +$
 $31*X104 + 32*X105 + 33*X106 + 34*X107 + 35*X108 + 36*X109 + 37*X110 +$
 $38*X111 + 39*X112 + 40*X113 + 41*X114 + 42*X115 + 43*X116 + 44*X117 +$
 $45*X118 + 46*X119 + 47*X120 + 48*X121 + 49*X122 + 50*X123 + 51*X124 +$
 $52*X125 + 53*X126 + 54*X127 + 55*X128 + 56*X129 + 57*X130 + 58*X131 +$
 $59*X132 + 60*X133 + 61*X134 + 62*X135 + 63*X136 + 64*X137 + 65*X138 +$

66*X139 + 67*X140 + 68*X141 + 69*X142 + 70*X143 + 71*X144 + 72*X145 +
 73*X146 + 74*X147 + 75*X148 + 76*X149 + 77*X150 + 78*X151 + 79*X152 +
 80*X153 + 81*X154 + 82*X155 + 83*X156 + 84*X157 + 85*X158 + 86*X159 +
 87*X160 + 88*X161 + 89*X162 + 90*X163 + 91*X164 + 92*X165 + 93*X166 +
 94*X167 + 95*X168 + 96*X169 + 97*X170 + 98*X171 + 99*X172 + 100*X173 +
 101*X174 + 102*X175 + 103*X176 + 104*X177 + 105*X178 + 106*X179 +
 107*X180 + 108*X181 + 109*X182 + 110*X183 + 111*X184 + 112*X185 +
 113*X186 + 114*X187 + 115*X188 + 116*X189 + 117*X190 + 118*X191 +
 119*X192 + 120*X193 + 121*X194 + 122*X195 + 123*X196 + 124*X197 +
 125*X198 + 126*X199 + 127*X200 + 128*X201 + 129*X202 + 130*X203 +
 131*X204 + 132*X205 + 133*X206 + 134*X207 + 135*X208 + 136*X209 +
 137*X210 + 138*X211 + 139*X212 + 140*X213 + 141*X214 + 142*X215 +
 143*X216 + 144*X217 + 145*X218 + 146*X219 + 147*X220 + 148*X221 +
 149*X222 + 150*X223 + 151*X224 + 152*X225 + 153*X226 + 154*X227 +
 155*X228 + 156*X229 + 157*X230 + 158*X231 + 159*X232 + 160*X233 +
 161*X234 + 162*X235 + 163*X236 + 164*X237 + 165*X238 + 166*X239 +
 167*X240 + 168*X241 + 169*X242 + 170*X243 + 171*X244 + 172*X245 +
 173*X246 + 174*X247 + 175*X248 + 176*X249 + 177*X250 + 178*X251 +
 179*X252 + 180*X253 + 181*X254 + 182*X255 + 183*X256 + 184*X257 +
 185*X258 + 186*X259 + 187*X260 + 188*X261 + 189*X262 + 190*X263 +
 191*X264 + 192*X265 + 193*X266 + 194*X267 + 195*X268 + 196*X269 +
 197*X270 + 198*X271 + 199*X272 + 200*X273 + 201*X274 + 202*X275 +
 203*X276 + 204*X277 + 205*X278 + 206*X279 + 207*X280 + 208*X281 +
 209*X282 + 210*X283 + 211*X284 + 212*X285 + 213*X286 + 214*X287 +
 215*X288 + 216*X289 + 217*X290 + 218*X291 + 219*X292 + 220*X293 +
 221*X294 + 222*X295 + 223*X296 + 224*X297 + 225*X298 + 226*X299 +
 227*X300 + 228*X301 + 229*X302 + 230*X303 + 231*X304 + 232*X305 +
 233*X306 + 234*X307 + 235*X308 + 236*X309 + 237*X310 + 238*X311 +
 239*X312 + 240*X313 + 241*X314 + 242*X315 + 243*X316 + 244*X317 +
 245*X318 + 246*X319 + 247*X320 + 248*X321 + 249*X322 + 250*X323 +
 251*X324 + 252*X325 + 253*X326 + 254*X327 + 255*X328 + 256*X329 +
 257*X330 + 258*X331 + 259*X332 + 260*X333 + 261*X334 + 262*X335 +
 263*X336 + 264*X337 + 265*X338 + 266*X339 + 267*X340 + 268*X341 +
 269*X342 + 270*X343 + 271*X344 + 272*X345 + 273*X346 + 274*X347 +
 275*X348 + 276*X349 + 277*X350 + 278*X351 + 279*X352 + 280*X353 +
 281*X354 + 282*X355 + 283*X356 + 284*X357 + 285*X358 + 286*X359 +
 287*X360 + 288*X361 + 289*X362 + 290*X363 + 291*X364 + 292*X365 +
 293*X366 + 294*X367 + 295*X368 + 296*X369 + 297*X370 + 298*X371 +
 299*X372 + 300*X373 + 301*X374 +

$$\begin{aligned}
&82*X375 + 81*X376 + 80*X377 + 79*X378 + 78*X379 + 77*X380 + 76*X381 + \\
&75*X382 + 74*X383 + 73*X384 + 72*X385 + 71*X386 + 70*X387 + 69*X388 + \\
&68*X389 + 67*X390 + 66*X391 + 65*X392 + 64*X393 + 63*X394 + 62*X395 + \\
&61*X396 + 60*X397 + 59*X398 + 58*X399 + 57*X400 + 56*X401 + 55*X402 + \\
&54*X403 + 53*X404 + 52*X405 + 51*X406 + 50*X407 + 49*X408 + 48*X409 + \\
&47*X410 + 46*X411 + 45*X412 + 44*X413 + 43*X414 + 42*X415 + 41*X416 + \\
&40*X417 + 39*X418 + 38*X419 + 37*X420 + 36*X421 + 35*X422 + 34*X423 + \\
&33*X424 + 32*X425 + 31*X426 + 30*X427 + 29*X428 + 28*X429 + 27*X430 + \\
&26*X431 + 25*X432 + 24*X433 + 23*X434 + 22*X435 + 21*X436 + 20*X437 + \\
&19*X438 + 18*X439 + 17*X440 + 16*X441 + 15*X442 + 14*X443 + 13*X444 + \\
&12*X445 + 11*X446 + 10*X447 + 9*X448 + 8*X449 + 7*X450 + 6*X451 + \\
&5*X452 + 4*X453 + 3*X454 + 2*X455 + 1*X456 + 0*X457 \geq 350;
\end{aligned}$$

!Plat Ukuran 4;

$$\begin{aligned}
&0*X1 + 0*X2 + 0*X3 + 0*X4 + 0*X5 + 0*X6 + 0*X7 + 0*X8 + 0*X9 + 0*X10 + \\
&0*X11 + 0*X12 + 0*X13 + 0*X14 + 0*X15 + 0*X16 + 0*X17 + 0*X18 + 0*X19 + \\
&0*X20 + 0*X21 + 0*X22 + 0*X23 + 0*X24 + 0*X25 + 0*X26 + 0*X27 + 0*X28 + \\
&0*X29 + 0*X30 + 0*X31 + 0*X32 + 0*X33 + 2*X34 + 4*X35 + 6*X36 + 8*X37 + \\
&10*X38 + 12*X39 + 14*X40 + 16*X41 + 18*X42 + 20*X43 + 22*X44 + 24*X45 + \\
&26*X46 + 28*X47 + 30*X48 + 32*X49 + 34*X50 + 36*X51 + 38*X52 + 40*X53 + \\
&42*X54 + 44*X55 + 46*X56 + 48*X57 + 50*X58 + 52*X59 + 54*X60 + 56*X61 + \\
&58*X62 + 60*X63 + 62*X64 + 64*X65 + 0*X66 + 0*X67 + 0*X68 + 0*X69 + \\
&0*X70 + 0*X71 + 0*X72 + 0*X73 + 0*X74 + 0*X75 + 0*X76 + 0*X77 + 0*X78 + \\
&0*X79 + 0*X80 + 0*X81 + 0*X82 + 0*X83 + 0*X84 + 0*X85 + 0*X86 + 0*X87 + \\
&0*X88 + 0*X89 + 0*X90 + 0*X91 + 0*X92 + 0*X93 + 0*X94 + 0*X95 + 0*X96 + \\
&0*X97 + 0*X98 + 0*X99 + 0*X100 + 0*X101 + 0*X102 + 0*X103 + 0*X104 + \\
&0*X105 + 0*X106 + 0*X107 + 0*X108 + 0*X109 + 0*X110 + 0*X111 + 0*X112 + \\
&0*X113 + 0*X114 + 0*X115 + 0*X116 + 0*X117 + 0*X118 + 0*X119 + 0*X120 + \\
&0*X121 + 0*X122 + 0*X123 + 0*X124 + 0*X125 + 0*X126 + 0*X127 + 0*X128 + \\
&0*X129 + 0*X130 + 0*X131 + 0*X132 + 0*X133 + 0*X134 + 0*X135 + 0*X136 + \\
&0*X137 + 0*X138 + 0*X139 + 0*X140 + 0*X141 + 0*X142 + 0*X143 + 0*X144 + \\
&0*X145 + 0*X146 + 0*X147 + 0*X148 + 0*X149 + 0*X150 + 0*X151 + 0*X152 + \\
&0*X153 + 0*X154 + 0*X155 + 0*X156 + 0*X157 + 0*X158 + 0*X159 + 0*X160 + \\
&0*X161 + 0*X162 + 0*X163 + 0*X164 + 0*X165 + 0*X166 + 0*X167 + 0*X168 + \\
&0*X169 + 0*X170 + 0*X171 + 0*X172 + 0*X173 + 0*X174 + 0*X175 + 0*X176 + \\
&0*X177 + 0*X178 + 0*X179 + 0*X180 + 0*X181 + 0*X182 + 0*X183 + 0*X184 +
\end{aligned}$$

0*X185 + 0*X186 + 0*X187 + 0*X188 + 0*X189 + 0*X190 + 0*X191 + 0*X192 + 0*X193 + 0*X194 + 0*X195 + 0*X196 + 0*X197 + 0*X198 + 0*X199 + 0*X200 + 0*X201 + 0*X202 + 0*X203 + 0*X204 + 0*X205 + 0*X206 + 0*X207 + 0*X208 + 0*X209 + 0*X210 + 0*X211 + 0*X212 + 0*X213 + 0*X214 + 0*X215 + 0*X216 + 0*X217 + 0*X218 + 0*X219 + 0*X220 + 0*X221 + 0*X222 + 0*X223 + 0*X224 + 0*X225 + 0*X226 + 0*X227 + 0*X228 + 0*X229 + 0*X230 + 0*X231 + 0*X232 + 0*X233 + 0*X234 + 0*X235 + 0*X236 + 0*X237 + 0*X238 + 0*X239 + 0*X240 + 0*X241 + 0*X242 + 0*X243 + 0*X244 + 0*X245 + 0*X246 + 0*X247 + 0*X248 + 0*X249 + 0*X250 + 0*X251 + 0*X252 + 0*X253 + 0*X254 + 0*X255 + 0*X256 + 0*X257 + 0*X258 + 0*X259 + 0*X260 + 0*X261 + 0*X262 + 0*X263 + 0*X264 + 0*X265 + 1*X266 + 2*X267 + 3*X268 + 4*X269 + 5*X270 + 6*X271 + 7*X272 + 8*X273 + 9*X274 + 10*X275 + 11*X276 + 12*X277 + 13*X278 + 14*X279 + 15*X280 + 16*X281 + 17*X282 + 18*X283 + 19*X284 + 20*X285 + 21*X286 + 22*X287 + 23*X288 + 24*X289 + 25*X290 + 26*X291 + 27*X292 + 28*X293 + 29*X294 + 30*X295 + 31*X296 + 32*X297 + 33*X298 + 34*X299 + 35*X300 + 36*X301 + 37*X302 + 38*X303 + 39*X304 + 40*X305 + 41*X306 + 42*X307 + 43*X308 + 44*X309 + 45*X310 + 46*X311 + 47*X312 + 48*X313 + 49*X314 + 50*X315 + 51*X316 + 52*X317 + 53*X318 + 54*X319 + 55*X320 + 56*X321 + 57*X322 + 58*X323 + 59*X324 + 60*X325 + 61*X326 + 62*X327 + 63*X328 + 64*X329 + 65*X330 + 66*X331 + 67*X332 + 68*X333 + 69*X334 + 70*X335 + 71*X336 + 72*X337 + 73*X338 + 74*X339 + 75*X340 + 76*X341 + 77*X342 + 78*X343 + 79*X344 + 80*X345 + 81*X346 + 82*X347 + 83*X348 + 84*X349 + 85*X350 + 86*X351 + 87*X352 + 88*X353 + 89*X354 + 90*X355 + 91*X356 + 92*X357 + 93*X358 + 94*X359 + 95*X360 + 96*X361 + 97*X362 + 98*X363 + 99*X364 + 100*X365 + 101*X366 + 102*X367 + 103*X368 + 104*X369 + 105*X370 + 106*X371 + 107*X372 + 108*X373 + 109*X374 + 110*X375 + 111*X376 + 112*X377 + 113*X378 + 114*X379 + 115*X380 + 116*X381 + 117*X382 + 118*X383 + 119*X384 + 120*X385 + 121*X386 + 122*X387 + 123*X388 + 124*X389 + 125*X390 + 126*X391 + 127*X392 + 128*X393 + 129*X394 + 130*X395 + 131*X396 + 132*X397 + 133*X398 + 134*X399 + 135*X400 + 136*X401 + 137*X402 + 138*X403 + 139*X404 + 140*X405 + 141*X406 + 142*X407 + 143*X408 + 144*X409 + 145*X410 + 146*X411 + 147*X412 + 148*X413 + 149*X414 + 150*X415 + 151*X416 + 152*X417 + 153*X418 + 154*X419 + 155*X420 + 156*X421 + 157*X422 + 158*X423 + 159*X424 + 160*X425 + 161*X426 + 162*X427 + 163*X428 + 164*X429 + 165*X430 + 166*X431 + 167*X432 + 168*X433 + 169*X434 + 170*X435 + 171*X436 + 172*X437 + 173*X438 + 174*X439 + 175*X440 + 176*X441 + 177*X442 + 178*X443 + 179*X444 + 180*X445 + 181*X446 + 182*X447

$$183*X448 + 184*X449 + 185*X450 + 186*X451 + 187*X452 + 188*X453 + 189*X454 + 190*X455 + 191*X456 + 192*X457 \geq 700;$$

!Constraint Function - Waktu Mesin Potong ;

$$\begin{aligned} &4.92*X1 + 4.92*X2 + 4.92*X3 + 4.92*X4 + 4.92*X5 + 4.92*X6 + 4.92*X7 + \\ &4.92*X8 + 4.92*X9 + 4.92*X10 + 4.92*X11 + 4.92*X12 + 4.92*X13 + 4.92*X14 + \\ &4.92*X15 + 4.92*X16 + 3.92*X17 + 4.00*X18 + 4.00*X19 + 4.00*X20 + 4.00*X21 + \\ &4.08*X22 + 4.08*X23 + 4.08*X24 + 4.08*X25 + 4.17*X26 + 4.17*X27 + \\ &4.17*X28 + 4.17*X29 + 4.25*X30 + 4.25*X31 + 4.25*X32 + 4.25*X33 + 4.08*X34 + \\ &4.25*X35 + 4.42*X36 + 4.58*X37 + 4.75*X38 + 4.92*X39 + 5.08*X40 + \\ &5.25*X41 + 5.42*X42 + 5.58*X43 + 5.75*X44 + 5.92*X45 + 6.08*X46 + 6.25*X47 + \\ &6.42*X48 + 6.58*X49 + 6.75*X50 + 6.92*X51 + 7.08*X52 + 7.25*X53 + \\ &7.42*X54 + 7.58*X55 + 7.75*X56 + 7.92*X57 + 8.08*X58 + 8.25*X59 + 8.42*X60 + \\ &8.58*X61 + 8.75*X62 + 8.92*X63 + 9.08*X64 + 9.25*X65 + 5.67*X66 + \\ &7.42*X67 + 9.17*X68 + 10.92*X69 + 12.67*X70 + 14.42*X71 + 16.17*X72 + \\ &8.75*X73 + 18.00*X74 + 18.08*X75 + 18.17*X76 + 18.25*X77 + 18.33*X78 + \\ &18.42*X79 + 18.50*X80 + 18.58*X81 + 18.67*X82 + 18.75*X83 + 18.83*X84 + \\ &19.00*X85 + 19.08*X86 + 19.08*X87 + 19.17*X88 + 17.92*X89 + 18.00*X90 + \\ &18.00*X91 + 18.00*X92 + 18.00*X93 + 18.08*X94 + 18.08*X95 + 18.08*X96 + \\ &18.08*X97 + 18.17*X98 + 18.17*X99 + 18.17*X100 + 18.17*X101 + 18.25*X102 + \\ &18.25*X103 + 18.25*X104 + 18.25*X105 + 18.33*X106 + 18.33*X107 + \\ &18.33*X108 + 18.33*X109 + 18.33*X110 + 18.33*X111 + 18.33*X112 + \\ &18.42*X113 + 18.42*X114 + 18.42*X115 + 18.42*X116 + 18.50*X117 + \\ &18.50*X118 + 18.50*X119 + 18.50*X120 + 18.58*X121 + 18.67*X122 + \\ &18.67*X123 + 18.67*X124 + 18.67*X125 + 18.75*X126 + 18.75*X127 + \\ &18.75*X128 + 18.75*X129 + 18.83*X130 + 18.83*X131 + 18.83*X132 + \\ &18.83*X133 + 18.92*X134 + 18.92*X135 + 18.92*X136 + 18.92*X137 + \\ &19.00*X138 + 19.00*X139 + 19.00*X140 + 19.00*X141 + 19.08*X142 + \\ &19.08*X143 + 19.08*X144 + 19.08*X145 + 19.17*X146 + 19.17*X147 + \\ &19.17*X148 + 19.17*X149 + 19.25*X150 + 19.25*X151 + 19.25*X152 + \\ &19.25*X153 + 19.33*X154 + 19.33*X155 + 19.33*X156 + 19.33*X157 + \\ &19.42*X158 + 19.42*X159 + 19.42*X160 + 19.42*X161 + 19.50*X162 + \\ &19.50*X163 + 19.50*X164 + 19.50*X165 + 19.50*X166 + 19.50*X167 + \\ &19.50*X168 + 19.58*X169 + 19.58*X170 + 19.58*X171 + 19.58*X172 + \\ &19.67*X173 + 19.67*X174 + 19.67*X175 + 19.67*X176 + 19.75*X177 + \\ &19.75*X178 + 19.75*X179 + 19.75*X180 + 19.83*X181 + 19.83*X182 + \\ &19.83*X183 + 19.83*X184 + 19.92*X185 + 19.92*X186 + 19.92*X187 + \\ &19.92*X188 + 20.00*X189 + 20.00*X190 + 20.00*X191 + 20.00*X192 + \end{aligned}$$

20.08*X193 + 20.08*X194 + 20.08*X195 + 20.08*X196 + 20.17*X197 +
 20.17*X198 + 20.17*X199 + 20.17*X200 + 20.25*X201 + 20.25*X202 +
 20.25*X203 + 20.25*X204 + 20.33*X205 + 20.33*X206 + 20.33*X207 +
 20.33*X208 + 20.42*X209 + 20.42*X210 + 20.42*X211 + 20.42*X212 +
 20.50*X213 + 20.50*X214 + 20.50*X215 + 20.50*X216 + 20.58*X217 +
 20.58*X218 + 20.58*X219 + 20.58*X220 + 20.67*X221 + 20.67*X222 +
 20.67*X223 + 20.67*X224 + 20.75*X225 + 20.75*X226 + 20.75*X227 +
 20.75*X228 + 20.83*X229 + 20.83*X230 + 20.83*X231 + 20.83*X232 +
 20.92*X233 + 20.92*X234 + 20.92*X235 + 20.92*X236 + 21.00*X237 +
 21.00*X238 + 21.00*X239 + 21.00*X240 + 21.08*X241 + 21.08*X242 +
 21.08*X243 + 21.08*X244 + 21.17*X245 + 21.17*X246 + 21.17*X247 +
 21.17*X248 + 21.25*X249 + 21.25*X250 + 21.25*X251 + 21.25*X252 +
 21.33*X253 + 21.33*X254 + 21.33*X255 + 21.33*X256 + 21.42*X257 +
 21.42*X258 + 21.42*X259 + 21.42*X260 + 21.50*X261 + 21.50*X262 +
 21.50*X263 + 21.50*X264 + 20.92*X265 + 20.92*X266 + 20.92*X267 +
 20.92*X268 + 21.00*X269 + 21.00*X270 + 21.00*X271 + 21.00*X272 +
 21.08*X273 + 21.08*X274 + 21.08*X275 + 21.08*X276 + 21.17*X277 +
 21.17*X278 + 21.17*X279 + 21.17*X280 + 21.25*X281 + 21.25*X282 +
 21.25*X283 + 21.25*X284 + 21.33*X285 + 21.33*X286 + 21.33*X287 +
 21.33*X288 + 21.42*X289 + 21.42*X290 + 21.42*X291 + 21.42*X292 +
 21.50*X293 + 21.50*X294 + 21.50*X295 + 21.50*X296 + 21.58*X297 +
 21.58*X298 + 21.58*X299 + 21.58*X300 + 21.67*X301 + 21.67*X302 +
 21.67*X303 + 21.67*X304 + 21.75*X305 + 21.75*X306 + 21.75*X307 +
 21.75*X308 + 21.83*X309 + 21.83*X310 + 21.83*X311 + 21.83*X312 +
 21.92*X313 + 21.92*X314 + 21.92*X315 + 21.92*X316 + 22.00*X317 +
 22.00*X318 + 22.00*X319 + 22.00*X320 + 22.08*X321 + 22.08*X322 +
 22.08*X323 + 22.08*X324 + 22.17*X325 + 22.17*X326 + 22.17*X327 +
 22.17*X328 + 22.25*X329 + 22.25*X330 + 22.25*X331 + 22.25*X332 +
 22.33*X333 + 22.33*X334 + 22.33*X335 + 22.33*X336 + 22.42*X337 +
 22.42*X338 + 22.42*X339 + 22.42*X340 + 22.50*X341 + 22.50*X342 +
 22.50*X343 + 22.50*X344 + 22.58*X345 + 22.58*X346 + 22.58*X347 +
 22.58*X348 + 22.67*X349 + 22.67*X350 + 22.67*X351 + 22.67*X352 +
 22.75*X353 + 22.75*X354 + 22.75*X355 + 22.75*X356 + 22.83*X357 +
 22.83*X358 + 22.83*X359 + 22.83*X360 + 22.92*X361 + 22.92*X362 +
 22.92*X363 + 22.92*X364 + 23.00*X365 + 23.00*X366 + 23.00*X367 +
 23.00*X368 + 23.08*X369 + 23.08*X370 + 23.08*X371 + 23.08*X372 +
 23.17*X373 + 23.17*X374 + 23.17*X375 + 23.17*X376 + 23.25*X377 +
 23.25*X378 + 23.25*X379 + 23.25*X380 + 23.33*X381 + 23.33*X382 +

$$\begin{aligned}
& 23.33*X383 + 23.33*X384 + 23.42*X385 + 23.42*X386 + 23.42*X387 + \\
& 23.42*X388 + 23.50*X389 + 23.50*X390 + 23.50*X391 + 23.50*X4392 + \\
& 23.58*X393 + 23.58*X394 + 23.58*X395 + 23.58*X396 + 23.67*X397 + \\
& 23.67*X398 + 23.67*X399 + 23.67*X400 + 23.75*X401 + 23.75*X402 + \\
& 23.75*X403 + 23.75*X404 + 23.83*X405 + 23.83*X406 + 23.83*X407 + \\
& 23.83*X408 + 23.92*X409 + 23.92*X410 + 23.92*X411 + 23.92*X412 + \\
& 24.00*X413 + 24.00*X414 + 24.00*X415 + 24.00*X416 + 24.08*X417 + \\
& 24.08*X418 + 24.08*X419 + 24.08*X420 + 24.17*X421 + 24.17*X422 + \\
& 24.17*X423 + 24.17*X424 + 24.25*X425 + 24.25*X426 + 24.25*X427 + \\
& 24.25*X428 + 24.33*X429 + 24.33*X430 + 24.33*X431 + 24.33*X432 + \\
& 24.42*X433 + 24.42*X434 + 24.42*X435 + 24.42*X436 + 24.50*X437 + \\
& 24.50*X438 + 24.50*X439 + 24.50*X440 + 24.58*X441 + 24.58*X442 + \\
& 24.58*X443 + 24.58*X444 + 24.67*X445 + 24.67*X446 + 24.67*X447 + \\
& 24.67*X448 + 24.75*X449 + 24.75*X450 + 24.75*X451 + 24.75*X452 + \\
& 24.83*X453 + 24.83*X454 + 24.83*X455 + 24.83*X456 + 24.92*X457 \leq 1920;
\end{aligned}$$

!Constraint Function - Jam Operator Pengesetan (Wj);

$$\begin{aligned}
& 9.8*X1 + 9.8*X2 + 9.8*X3 + 9.8*X4 + 9.8*X5 + 9.8*X6 + 9.8*X7 + 9.8*X8 + \\
& 9.8*X9 + 9.8*X10 + 9.8*X11 + 9.8*X12 + 9.8*X13 + 9.8*X14 + 9.8*X15 + \\
& 9.8*X16 + 7.8*X17 + 8.0*X18 + 8.0*X19 + 8.0*X20 + 8.0*X21 + 8.2*X22 + \\
& 8.2*X23 + 8.2*X24 + 8.2*X25 + 8.3*X26 + 8.3*X27 + 8.3*X28 + 8.3*X29 + \\
& 8.5*X30 + 8.5*X31 + 8.5*X32 + 8.5*X33 + 8.2*X34 + 8.5*X35 + 8.8*X36 + \\
& 9.2*X37 + 9.5*X38 + 9.8*X39 + 10.2*X40 + 10.5*X41 + 10.8*X42 + 11.2*X43 + \\
& 11.5*X44 + 11.8*X45 + 12.2*X46 + 12.5*X47 + 12.8*X48 + 13.2*X49 + 13.5*X50 + \\
& 13.8*X51 + 14.2*X52 + 14.5*X53 + 14.8*X54 + 15.2*X55 + 15.5*X56 + \\
& 15.8*X57 + 16.2*X58 + 16.5*X59 + 16.8*X60 + 17.2*X61 + 17.5*X62 + 17.8*X63 + \\
& 18.2*X64 + 18.5*X65 + 11.3*X66 + 14.8*X67 + 18.3*X68 + 21.8*X69 + \\
& 25.3*X70 + 28.8*X71 + 32.3*X72 + 17.5*X73 + 36.0*X74 + 36.2*X75 + 36.3*X76 + \\
& 36.5*X77 + 36.7*X78 + 36.8*X79 + 37.0*X80 + 37.2*X81 + 37.3*X82 + \\
& 37.5*X83 + 37.7*X84 + 38.0*X85 + 38.2*X86 + 38.2*X87 + 38.3*X88 + 35.8*X89 + \\
& 36.0*X90 + 36.0*X91 + 36.0*X92 + 36.0*X93 + 36.2*X94 + 36.2*X95 + \\
& 36.2*X96 + 36.2*X97 + 36.3*X98 + 36.3*X99 + 36.3*X100 + 36.3*X101 + \\
& 36.5*X102 + 36.5*X103 + 36.5*X104 + 36.5*X105 + 36.7*X106 + 36.7*X107 + \\
& 36.7*X108 + 36.7*X109 + 36.7*X110 + 36.7*X111 + 36.7*X112 + 36.8*X113 + \\
& 36.8*X114 + 36.8*X115 + 36.8*X116 + 37.0*X117 + 37.0*X118 + 37.0*X119 + \\
& 37.0*X120 + 37.2*X121 + 37.3*X122 + 37.3*X123 + 37.3*X124 + 37.3*X125 +
\end{aligned}$$

37.5*X126 + 37.5*X127 + 37.5*X128 + 37.5*X129 + 37.7*X130 + 37.7*X131 +
 37.7*X132 + 37.7*X133 + 37.8*X134 + 37.8*X135 + 37.8*X136 + 37.8*X137 +
 38.0*X138 + 38.0*X139 + 38.0*X140 + 38.0*X141 + 38.2*X142 + 38.2*X143 +
 38.2*X144 + 38.2*X145 + 38.3*X146 + 38.3*X147 + 38.3*X148 + 38.3*X149 +
 38.5*X150 + 38.5*X151 + 38.5*X152 + 38.5*X153 + 38.7*X154 + 38.7*X155 +
 38.7*X156 + 38.7*X157 + 38.8*X158 + 38.8*X159 + 38.8*X160 + 38.8*X161 +
 39.0*X162 + 39.0*X163 + 39.0*X164 + 39.0*X165 + 39.0*X166 + 39.0*X167 +
 39.0*X168 + 39.2*X169 + 39.2*X170 + 39.2*X171 + 39.2*X172 + 39.3*X173 +
 39.3*X174 + 39.3*X175 + 39.3*X176 + 39.5*X177 + 39.5*X178 + 39.5*X179 +
 39.5*X180 + 39.7*X181 + 39.7*X182 + 39.7*X183 + 39.7*X184 + 39.8*X185 +
 39.8*X186 + 39.8*X187 + 39.8*X188 + 40.0*X189 + 40.0*X190 + 40.0*X191 +
 40.0*X192 + 40.2*X193 + 40.2*X194 + 40.2*X195 + 40.2*X196 + 40.3*X197 +
 40.3*X198 + 40.3*X199 + 40.3*X200 + 40.5*X201 + 40.5*X202 + 40.5*X203 +
 40.5*X204 + 40.7*X205 + 40.7*X206 + 40.7*X207 + 40.7*X208 + 40.8*X209 +
 40.8*X210 + 40.8*X211 + 40.8*X212 + 41.0*X213 + 41.0*X214 + 41.0*X215 +
 41.0*X216 + 41.2*X217 + 41.2*X218 + 41.2*X219 + 41.2*X220 + 41.3*X221 +
 41.3*X222 + 41.3*X223 + 41.3*X224 + 41.5*X225 + 41.5*X226 + 41.5*X227 +
 41.5*X228 + 41.7*X229 + 41.7*X230 + 41.7*X231 + 41.7*X232 + 41.8*X233 +
 41.8*X234 + 41.8*X235 + 41.8*X236 + 42.0*X237 + 42.0*X238 + 42.0*X239 +
 42.0*X240 + 42.2*X241 + 42.2*X242 + 42.2*X243 + 42.2*X244 + 42.3*X245 +
 42.3*X246 + 42.3*X247 + 42.3*X248 + 42.5*X249 + 42.5*X250 + 42.5*X251 +
 42.5*X252 + 42.7*X253 + 42.7*X254 + 42.7*X255 + 42.7*X256 + 42.8*X257 +
 42.8*X258 + 42.8*X259 + 42.8*X260 + 43.0*X261 + 43.0*X262 + 43.0*X263 +
 43.0*X264 + 41.8*X265 + 41.8*X266 + 41.8*X267 + 41.8*X268 + 42.0*X269 +
 42.0*X270 + 42.0*X271 + 42.0*X272 + 42.2*X273 + 42.2*X274 + 42.2*X275 +
 42.2*X276 + 42.3*X277 + 42.3*X278 + 42.3*X279 + 42.3*X280 + 42.5*X281 +
 42.5*X282 + 42.5*X283 + 42.5*X284 + 42.7*X285 + 42.7*X286 + 42.7*X287 +
 42.7*X288 + 42.8*X289 + 42.8*X290 + 42.8*X291 + 42.8*X292 + 43.0*X293 +
 43.0*X294 + 43.0*X295 + 43.0*X296 + 43.2*X297 + 43.2*X298 + 43.2*X299 +
 43.2*X300 + 43.3*X301 + 43.3*X302 + 43.3*X303 + 43.3*X304 + 43.5*X305 +
 43.5*X306 + 43.5*X307 + 43.5*X308 + 43.7*X309 + 43.7*X310 + 43.7*X311 +
 43.7*X312 + 43.8*X313 + 43.8*X314 + 43.8*X315 + 43.8*X316 + 44.0*X317 +
 44.0*X318 + 44.0*X319 + 44.0*X320 + 44.2*X321 + 44.2*X322 + 44.2*X323 +
 44.2*X324 + 44.3*X325 + 44.3*X326 + 44.3*X327 + 44.3*X328 + 44.5*X329 +
 44.5*X330 + 44.5*X331 + 44.5*X332 + 44.7*X333 + 44.7*X334 + 44.7*X335 +
 44.7*X336 + 44.8*X337 + 44.8*X338 + 44.8*X339 + 44.8*X340 + 45.0*X341 +
 45.0*X342 + 45.0*X343 + 45.0*X344 + 45.2*X345 + 45.2*X346 + 45.2*X347 +
 45.2*X348 + 45.3*X349 + 45.3*X350 + 45.3*X351 + 45.3*X352 + 45.5*X353 +

$$\begin{aligned}
&45.5*X354 + 45.5*X355 + 45.5*X356 + 45.7*X357 + 45.7*X358 + 45.7*X359 + \\
&45.7*X360 + 45.8*X361 + 45.8*X362 + 45.8*X363 + 45.8*X364 + 46.0*X365 + \\
&46.0*X366 + 46.0*X367 + 46.0*X368 + 46.2*X369 + 46.2*X370 + 46.2*X371 + \\
&46.2*X372 + 46.3*X373 + 46.3*X374 + 46.3*X375 + 46.3*X376 + 46.5*X377 + \\
&46.5*X378 + 46.5*X379 + 46.5*X380 + 46.7*X381 + 46.7*X382 + 46.7*X383 + \\
&46.7*X384 + 46.8*X385 + 46.8*X386 + 46.8*X387 + 46.8*X388 + 47.0*X389 + \\
&47.0*X390 + 47.0*X391 + 47.0*X4392 + 47.2*X393 + 47.2*X394 + 47.2*X395 + \\
&47.2*X396 + 47.3*X397 + 47.3*X398 + 47.3*X399 + 47.3*X400 + 47.5*X401 + \\
&47.5*X402 + 47.5*X403 + 47.5*X404 + 47.7*X405 + 47.7*X406 + 47.7*X407 + \\
&47.7*X408 + 47.8*X409 + 47.8*X410 + 47.8*X411 + 47.8*X412 + 48.0*X413 + \\
&48.0*X414 + 48.0*X415 + 48.0*X416 + 48.2*X417 + 48.2*X418 + 48.2*X419 + \\
&48.2*X420 + 48.3*X421 + 48.3*X422 + 48.3*X423 + 48.3*X424 + 48.5*X425 + \\
&48.5*X426 + 48.5*X427 + 48.5*X428 + 48.7*X429 + 48.7*X430 + 48.7*X431 + \\
&48.7*X432 + 48.8*X433 + 48.8*X434 + 48.8*X435 + 48.8*X436 + 49.0*X437 + \\
&49.0*X438 + 49.0*X439 + 49.0*X440 + 49.2*X441 + 49.2*X442 + 49.2*X443 + \\
&49.2*X444 + 49.3*X445 + 49.3*X446 + 49.3*X447 + 49.3*X448 + 49.5*X449 + \\
&49.5*X450 + 49.5*X451 + 49.5*X452 + 49.7*X453 + 49.7*X454 + 49.7*X455 + \\
&49.7*X456 + 49.8*X457 \leq 1920;
\end{aligned}$$

!Constraint Function - Jam Operator Pemotongan (Rj);

$$\begin{aligned}
&7.63*X1 + 7.63*X2 + 7.63*X3 + 7.63*X4 + 7.63*X5 + 7.63*X6 + 7.63*X7 + \\
&7.63*X8 + 7.63*X9 + 7.63*X10 + 7.63*X11 + 7.63*X12 + 7.63*X13 + 7.63*X14 + \\
&7.63*X15 + 7.63*X16 + 6.63*X17 + 6.72*X18 + 6.72*X19 + 6.72*X20 + 6.72*X21 + \\
&6.80*X22 + 6.80*X23 + 6.80*X24 + 6.80*X25 + 6.88*X26 + 6.88*X27 + \\
&6.88*X28 + 6.88*X29 + 6.97*X30 + 6.97*X31 + 6.97*X32 + 6.97*X33 + 6.87*X34 + \\
&7.10*X35 + 7.33*X36 + 7.57*X37 + 7.80*X38 + 8.03*X39 + 8.27*X40 + \\
&8.50*X41 + 8.73*X42 + 8.97*X43 + 9.20*X44 + 9.43*X45 + 9.67*X46 + 9.90*X47 + \\
&10.13*X48 + 10.37*X49 + 10.60*X50 + 10.83*X51 + 11.07*X52 + 11.30*X53 + \\
&11.53*X54 + 11.77*X55 + 12.00*X56 + 12.23*X57 + 12.47*X58 + 12.70*X59 + \\
&12.93*X60 + 13.17*X61 + 13.40*X62 + 13.63*X63 + 13.87*X64 + 14.10*X65 + \\
&9.65*X66 + 12.67*X67 + 15.68*X68 + 18.70*X69 + 21.72*X70 + 24.73*X71 + \\
&27.75*X72 + 21.60*X73 + 30.85*X74 + 30.93*X75 + 31.02*X76 + 31.10*X77 + \\
&31.18*X78 + 31.27*X79 + 31.35*X80 + 31.43*X81 + 31.52*X82 + 31.60*X83 + \\
&31.68*X84 + 31.85*X85 + 31.93*X86 + 31.93*X87 + 32.02*X88 + 30.77*X89 + \\
&30.85*X90 + 30.85*X91 + 30.85*X92 + 30.85*X93 + 30.93*X94 + 30.93*X95 + \\
&30.93*X96 + 30.93*X97 + 31.02*X98 + 31.02*X99 + 31.02*X100 + 31.02*X101 +
\end{aligned}$$

31.10*X102 + 31.10*X103 + 31.10*X104 + 31.10*X105 + 31.18*X106 +
 31.18*X107 + 31.18*X108 + 31.18*X109 + 31.18*X110 + 31.18*X111 +
 31.18*X112 + 31.27*X113 + 31.27*X114 + 31.27*X115 + 31.27*X116 +
 31.35*X117 + 31.35*X118 + 31.35*X119 + 31.35*X120 + 31.43*X121 +
 31.52*X122 + 31.52*X123 + 31.52*X124 + 31.52*X125 + 31.60*X126 +
 31.60*X127 + 31.60*X128 + 31.60*X129 + 31.68*X130 + 31.68*X131 +
 31.68*X132 + 31.68*X133 + 31.77*X134 + 31.77*X135 + 31.77*X136 +
 31.77*X137 + 31.85*X138 + 31.85*X139 + 31.85*X140 + 31.85*X141 +
 31.93*X142 + 31.93*X143 + 31.93*X144 + 31.93*X145 + 32.02*X146 +
 32.02*X147 + 32.02*X148 + 32.02*X149 + 32.10*X150 + 32.10*X151 +
 32.10*X152 + 32.10*X153 + 32.18*X154 + 32.18*X155 + 32.18*X156 +
 32.18*X157 + 32.27*X158 + 32.27*X159 + 32.27*X160 + 32.27*X161 +
 32.35*X162 + 32.35*X163 + 32.35*X164 + 32.35*X165 + 32.35*X166 +
 32.35*X167 + 32.35*X168 + 32.43*X169 + 32.43*X170 + 32.43*X171 +
 32.43*X172 + 32.52*X173 + 32.52*X174 + 32.52*X175 + 32.52*X176 +
 32.60*X177 + 32.60*X178 + 32.60*X179 + 32.60*X180 + 32.68*X181 +
 32.68*X182 + 32.68*X183 + 32.68*X184 + 32.77*X185 + 32.77*X186 +
 32.77*X187 + 32.77*X188 + 32.85*X189 + 32.85*X190 + 32.85*X191 +
 32.85*X192 + 32.93*X193 + 32.93*X194 + 32.93*X195 + 32.93*X196 +
 33.02*X197 + 33.02*X198 + 33.02*X199 + 33.02*X200 + 33.10*X201 +
 33.10*X202 + 33.10*X203 + 33.10*X204 + 33.18*X205 + 33.18*X206 +
 33.18*X207 + 33.18*X208 + 33.27*X209 + 33.27*X210 + 33.27*X211 +
 33.27*X212 + 33.35*X213 + 33.35*X214 + 33.35*X215 + 33.35*X216 +
 33.43*X217 + 33.43*X218 + 33.43*X219 + 33.43*X220 + 33.52*X221 +
 33.52*X222 + 33.52*X223 + 33.52*X224 + 33.60*X225 + 33.60*X226 +
 33.60*X227 + 33.60*X228 + 33.68*X229 + 33.68*X230 + 33.68*X231 +
 33.68*X232 + 33.77*X233 + 33.77*X234 + 33.77*X235 + 33.77*X236 +
 33.85*X237 + 33.85*X238 + 33.85*X239 + 33.85*X240 + 33.93*X241 +
 33.93*X242 + 33.93*X243 + 33.93*X244 + 34.02*X245 + 34.02*X246 +
 34.02*X247 + 34.02*X248 + 34.10*X249 + 34.10*X250 + 34.10*X251 +
 34.10*X252 + 34.18*X253 + 34.18*X254 + 34.18*X255 + 34.18*X256 +
 34.27*X257 + 34.27*X258 + 34.27*X259 + 34.27*X260 + 34.35*X261 +
 34.35*X262 + 34.35*X263 + 34.35*X264 + 33.77*X265 + 33.77*X266 +
 33.77*X267 + 33.77*X268 + 33.85*X269 + 33.85*X270 + 33.85*X271 +
 33.85*X272 + 33.93*X273 + 33.93*X274 + 33.93*X275 + 33.93*X276 +
 34.02*X277 + 34.02*X278 + 34.02*X279 + 34.02*X280 + 34.10*X281 +
 34.10*X282 + 34.10*X283 + 34.10*X284 + 34.18*X285 + 34.18*X286 +
 34.18*X287 + 34.18*X288 + 34.27*X289 + 34.27*X290 + 34.27*X291 +

34.27*X292 + 34.35*X293 + 34.35*X294 + 34.35*X295 + 34.35*X296 +
 34.43*X297 + 34.43*X298 + 34.43*X299 + 34.43*X300 + 34.52*X301 +
 34.52*X302 + 34.52*X303 + 34.52*X304 + 34.60*X305 + 34.60*X306 +
 34.60*X307 + 34.60*X308 + 34.68*X309 + 34.68*X310 + 34.68*X311 +
 34.68*X312 + 34.77*X313 + 34.77*X314 + 34.77*X315 + 34.77*X316 +
 34.85*X317 + 34.85*X318 + 34.85*X319 + 34.85*X320 + 34.93*X321 +
 34.93*X322 + 34.93*X323 + 34.93*X324 + 35.02*X325 + 35.02*X326 +
 35.02*X327 + 35.02*X328 + 35.10*X329 + 35.10*X330 + 35.10*X331 +
 35.10*X332 + 35.18*X333 + 35.18*X334 + 35.18*X335 + 35.18*X336 +
 35.27*X337 + 35.27*X338 + 35.27*X339 + 35.27*X340 + 35.35*X341 +
 35.35*X342 + 35.35*X343 + 35.35*X344 + 35.43*X345 + 35.43*X346 +
 35.43*X347 + 35.43*X348 + 35.52*X349 + 35.52*X350 + 35.52*X351 +
 35.52*X352 + 35.60*X353 + 35.60*X354 + 35.60*X355 + 35.60*X356 +
 35.68*X357 + 35.68*X358 + 35.68*X359 + 35.68*X360 + 35.77*X361 +
 35.77*X362 + 35.77*X363 + 35.77*X364 + 35.85*X365 + 35.85*X366 +
 35.85*X367 + 35.85*X368 + 35.93*X369 + 35.93*X370 + 35.93*X371 +
 35.93*X372 + 36.02*X373 + 36.02*X374 + 36.02*X375 + 36.02*X376 +
 36.10*X377 + 36.10*X378 + 36.10*X379 + 36.10*X380 + 36.18*X381 +
 36.18*X382 + 36.18*X383 + 36.18*X384 + 36.27*X385 + 36.27*X386 +
 36.27*X387 + 36.27*X388 + 36.35*X389 + 36.35*X390 + 36.35*X391 +
 36.35*X392 + 36.43*X393 + 36.43*X394 + 36.43*X395 + 36.43*X396 +
 36.52*X397 + 36.52*X398 + 36.52*X399 + 36.52*X400 + 36.60*X401 +
 36.60*X402 + 36.60*X403 + 36.60*X404 + 36.68*X405 + 36.68*X406 +
 36.68*X407 + 36.68*X408 + 36.77*X409 + 36.77*X410 + 36.77*X411 +
 36.77*X412 + 36.85*X413 + 36.85*X414 + 36.85*X415 + 36.85*X416 +
 36.93*X417 + 36.93*X418 + 36.93*X419 + 36.93*X420 + 37.02*X421 +
 37.02*X422 + 37.02*X423 + 37.02*X424 + 37.10*X425 + 37.10*X426 +
 37.10*X427 + 37.10*X428 + 37.18*X429 + 37.18*X430 + 37.18*X431 +
 37.18*X432 + 37.27*X433 + 37.27*X434 + 37.27*X435 + 37.27*X436 +
 37.35*X437 + 37.35*X438 + 37.35*X439 + 37.35*X440 + 37.43*X441 +
 37.43*X442 + 37.43*X443 + 37.43*X444 + 37.52*X445 + 37.52*X446 +
 37.52*X447 + 37.52*X448 + 37.60*X449 + 37.60*X450 + 37.60*X451 +
 37.60*X452 + 37.68*X453 + 37.68*X454 + 37.68*X455 + 37.68*X456 +
 37.77*X457 <= 5760;

! *Constraint Function* - Jumlah Pelat per Hari;

X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 +
 X15 + X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 +

X27 + X28 + X29 + X30 + X31 + X32 + X33 + X34 + X35 + X36 + X37 + X38 +
X39 + X40 + X41 + X42 + X43 + X44 + X45 + X46 + X47 + X48 + X49 + X50 +
X51 + X52 + X53 + X54 + X55 + X56 + X57 + X58 + X59 + X60 + X61 + X62 +
X63 + X64 + X65 + X66 + X67 + X68 + X69 + X70 + X71 + X72 + X73 + X74 +
X75 + X76 + X77 + X78 + X79 + X80 + X81 + X82 + X83 + X84 + X85 + X86 +
X87 + X88 + X89 + X90 + X91 + X92 + X93 + X94 + X95 + X96 + X97 + X98 +
X99 + X100 + X101 + X102 + X103 + X104 + X105 + X106 + X107 + X108 +
X109 + X110 + X111 + X112 + X113 + X114 + X115 + X116 + X117 + X118 +
X119 + X120 + X121 + X122 + X123 + X124 + X125 + X126 + X127 + X128 +
X129 + X130 + X131 + X132 + X133 + X134 + X135 + X136 + X137 + X138 +
X139 + X140 + X141 + X142 + X143 + X144 + X145 + X146 + X147 + X148 +
X149 + X150 + X151 + X152 + X153 + X154 + X155 + X156 + X157 + X158 +
X159 + X160 + X161 + X162 + X163 + X164 + X165 + X166 + X167 + X168 +
X169 + X170 + X171 + X172 + X173 + X174 + X175 + X176 + X177 + X178 +
X179 + X180 + X181 + X182 + X183 + X184 + X185 + X186 + X187 + X188 +
X189 + X190 + X191 + X192 + X193 + X194 + X195 + X196 + X197 + X198 +
X199 + X200 + X201 + X202 + X203 + X204 + X205 + X206 + X207 + X208 +
X209 + X210 + X211 + X212 + X213 + X214 + X215 + X216 + X217 + X218 +
X219 + X220 + X221 + X222 + X223 + X224 + X225 + X226 + X227 + X228 +
X229 + X230 + X231 + X232 + X233 + X234 + X235 + X236 + X237 + X238 +
X239 + X240 + X241 + X242 + X243 + X244 + X245 + X246 + X247 + X248 +
X249 + X250 + X251 + X252 + X253 + X254 + X255 + X256 + X257 + X258 +
X259 + X260 + X261 + X262 + X263 + X264 + X265 + X266 + X267 + X268 +
X269 + X270 + X271 + X272 + X273 + X274 + X275 + X276 + X277 + X278 +
X279 + X280 + X281 + X282 + X283 + X284 + X285 + X286 + X287 + X288 +
X289 + X290 + X291 + X292 + X293 + X294 + X295 + X296 + X297 + X298 +
X299 + X300 + X301 + X302 + X303 + X304 + X305 + X306 + X307 + X308 +
X309 + X310 + X311 + X312 + X313 + X314 + X315 + X316 + X317 + X318 +
X319 + X320 + X321 + X322 + X323 + X324 + X325 + X326 + X327 + X328 +
X329 + X330 + X331 + X332 + X333 + X334 + X335 + X336 + X337 + X338 +
X339 + X340 + X341 + X342 + X343 + X344 + X345 + X346 + X347 + X348 +
X349 + X350 + X351 + X352 + X353 + X354 + X355 + X356 + X357 + X358 +
X359 + X360 + X361 + X362 + X363 + X364 + X365 + X366 + X367 + X368 +
X369 + X370 + X371 + X372 + X373 + X374 + X375 + X376 + X377 + X378 +
X379 + X380 + X381 + X382 + X383 + X384 + X385 + X386 + X387 + X388 +
X389 + X390 + X391 + X392 + X393 + X394 + X395 + X396 + X397 + X398 +
X399 + X400 + X401 + X402 + X403 + X404 + X405 + X406 + X407 + X408 +
X409 + X410 + X411 + X412 + X413 + X414 + X415 + X416 + X417 + X418 +

$$X419 + X420 + X421 + X422 + X423 + X424 + X425 + X426 + X427 + X428 + X429 + X430 + X431 + X432 + X433 + X434 + X435 + X436 + X437 + X438 + X439 + X440 + X441 + X442 + X443 + X444 + X445 + X446 + X447 + X448 + X449 + X450 + X451 + X452 + X453 + X454 + X455 + X456 + X457 \leq 50;$$

! *Constraint Function* - Biaya Produksi;

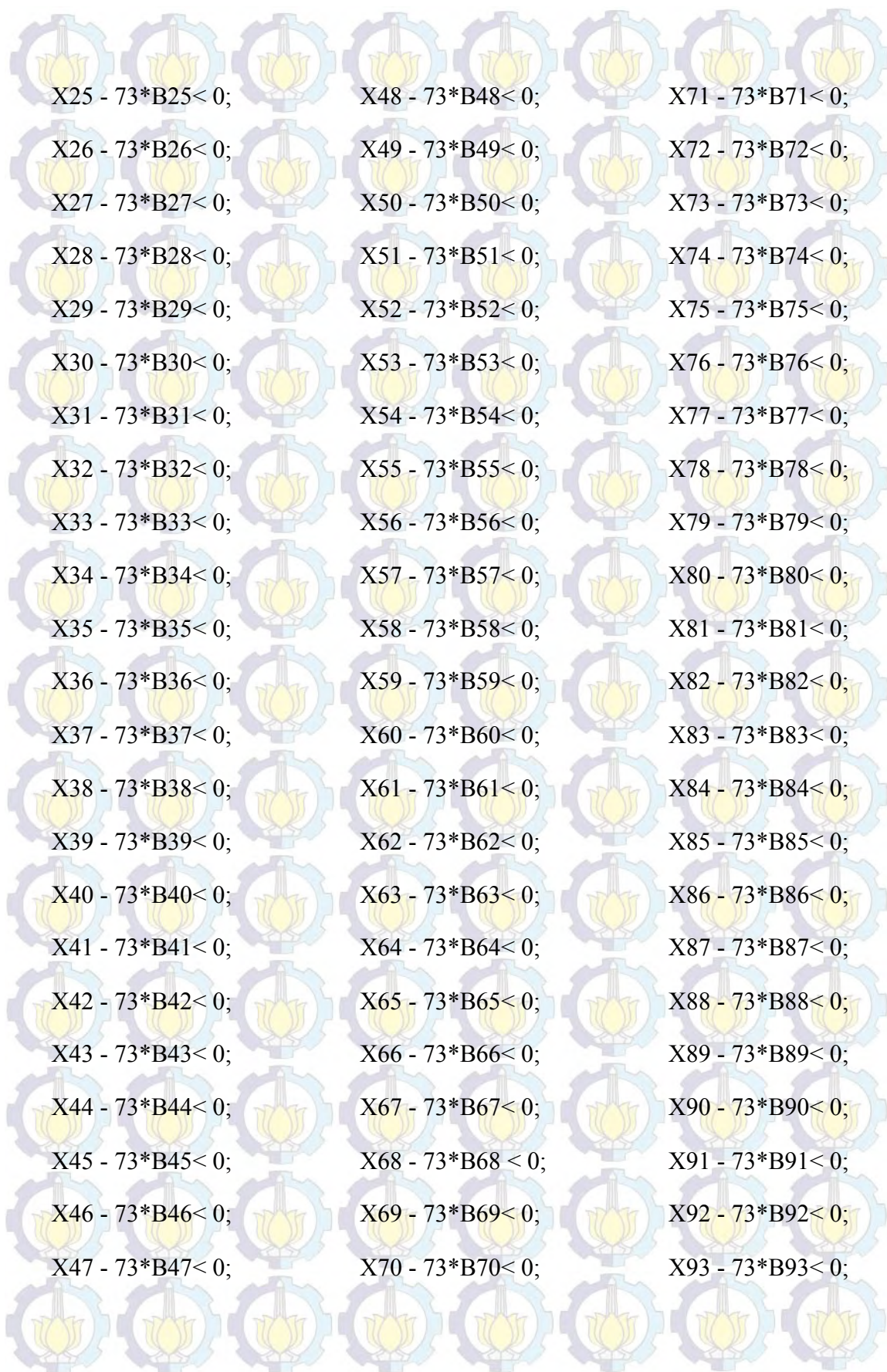
$$\begin{aligned} &7426 * X1 + 7426 * X2 + 7426 * X3 + 7426 * X4 + 7426 * X5 + 7426 * X6 + 7426 * X7 + \\ &7426 * X8 + 7426 * X9 + 7426 * X10 + 7426 * X11 + 7426 * X12 + 7426 * X13 + \\ &7426 * X14 + 7426 * X15 + 7426 * X16 + 7426 * X17 + 6101 * X18 + 6211 * X19 + \\ &6211 * X20 + 6211 * X21 + 6211 * X22 + 6322 * X23 + 6322 * X24 + 6322 * X25 + \\ &6322 * X26 + 6432 * X27 + 6432 * X28 + 6432 * X29 + 6542 * X30 + 6542 * X31 + \\ &6542 * X32 + 6542 * X33 + 6344 * X34 + 6587 * X35 + 6830 * X36 + 7073 * X37 + \\ &7317 * X38 + 7560 * X39 + 7803 * X40 + 8046 * X41 + 8290 * X42 + 8533 * X43 + \\ &8776 * X44 + 9019 * X45 + 9262 * X46 + 9506 * X47 + 9749 * X48 + 9992 * X49 + \\ &10235 * X50 + 10478 * X51 + 10722 * X52 + 10965 * X53 + 11208 * X54 + 11451 * X55 \\ &+ 11694 * X56 + 11938 * X57 + 12181 * X58 + 12424 * X59 + 12667 * X60 + \\ &12910 * X61 + 13154 * X62 + 13397 * X63 + 13640 * X64 + 13883 * X65 + 8844 * X66 + \\ &11588 * X67 + 14331 * X68 + 17075 * X69 + 19818 * X70 + 22562 * X71 + 25305 * X72 \\ &+ 15901 * X73 + 28159 * X74 + 28270 * X75 + 28380 * X76 + 28491 * X77 + \\ &28601 * X78 + 28711 * X79 + 28822 * X80 + 28932 * X81 + 29043 * X82 + 29153 * X83 \\ &+ 29264 * X84 + 29485 * X85 + 29595 * X86 + 29595 * X87 + 29705 * X88 + \\ &28049 * X89 + 28159 * X90 + 28159 * X91 + 28159 * X92 + 28159 * X93 + 28270 * X94 \\ &+ 28270 * X95 + 28270 * X96 + 28270 * X97 + 28380 * X98 + 28380 * X99 + \\ &28380 * X100 + 28380 * X101 + 28491 * X102 + 28491 * X103 + 28491 * X104 + \\ &28491 * X105 + 28601 * X106 + 28601 * X107 + 28601 * X108 + 28601 * X109 + \\ &28601 * X110 + 28601 * X111 + 28601 * X112 + 28711 * X113 + 28711 * X114 + \\ &28711 * X115 + 28711 * X116 + 28822 * X117 + 28822 * X118 + 28822 * X119 + \\ &28822 * X120 + 28932 * X121 + 29043 * X122 + 29043 * X123 + 29043 * X124 + \\ &29043 * X125 + 29153 * X126 + 29153 * X127 + 29153 * X128 + 29153 * X129 + \\ &29264 * X130 + 29264 * X131 + 29264 * X132 + 29264 * X133 + 29374 * X134 + \\ &29374 * X135 + 29374 * X136 + 29374 * X137 + 29485 * X138 + 29485 * X139 + \\ &29485 * X140 + 29485 * X141 + 29595 * X142 + 29595 * X143 + 29595 * X144 + \\ &29595 * X145 + 29705 * X146 + 29705 * X147 + 29705 * X148 + 29705 * X149 + \\ &29816 * X150 + 29816 * X151 + 29816 * X152 + 29816 * X153 + 29926 * X154 + \\ &29926 * X155 + 29926 * X156 + 29926 * X157 + 30037 * X158 + 30037 * X159 + \\ &30037 * X160 + 30037 * X161 + 30147 * X162 + 30147 * X163 + 30147 * X164 + \end{aligned}$$

30147*X165 + 30147*X166 + 30147*X167 + 30147*X168 + 30258*X169 +
 30258*X170 + 30258*X171 + 30258*X172 + 30368*X173 + 30368*X174 +
 30368*X175 + 30368*X176 + 30478*X177 + 30478*X178 + 30478*X179 +
 30478*X180 + 30589*X181 + 30589*X182 + 30589*X183 + 30589*X184 +
 30699*X185 + 30699*X186 + 30699*X187 + 30699*X188 + 30810*X189 +
 30810*X190 + 30810*X191 + 30810*X192 + 30920*X193 + 30920*X194 +
 30920*X195 + 30920*X196 + 31031*X197 + 31031*X198 + 31031*X199 +
 31031*X200 + 31141*X201 + 31141*X202 + 31141*X203 + 31141*X204 +
 31251*X205 + 31251*X206 + 31251*X207 + 31251*X208 + 31362*X209 +
 31362*X210 + 31362*X211 + 31362*X212 + 31472*X213 + 31472*X214 +
 31472*X215 + 31472*X216 + 31583*X217 + 31583*X218 + 31583*X219 +
 31583*X220 + 31693*X221 + 31693*X222 + 31693*X223 + 31693*X224 +
 31804*X225 + 31804*X226 + 31804*X227 + 31804*X228 + 31914*X229 +
 31914*X230 + 31914*X231 + 31914*X232 + 32025*X233 + 32025*X234 +
 32025*X235 + 32025*X236 + 32135*X237 + 32135*X238 + 32135*X239 +
 32135*X240 + 32245*X241 + 32245*X242 + 32245*X243 + 32245*X244 +
 32356*X245 + 32356*X246 + 32356*X247 + 32356*X248 + 32466*X249 +
 32466*X250 + 32466*X251 + 32466*X252 + 32577*X253 + 32577*X254 +
 32577*X255 + 32577*X256 + 32687*X257 + 32687*X258 + 32687*X259 +
 32687*X260 + 32798*X261 + 32798*X262 + 32798*X263 + 32798*X264 +
 32025*X265 + 32025*X266 + 32025*X267 + 32025*X268 + 32135*X269 +
 32135*X270 + 32135*X271 + 32135*X272 + 32245*X273 + 32245*X274 +
 32245*X275 + 32245*X276 + 32356*X277 + 32356*X278 + 32356*X279 +
 32356*X280 + 32466*X281 + 32466*X282 + 32466*X283 + 32466*X284 +
 32577*X285 + 32577*X286 + 32577*X287 + 32577*X288 + 32687*X289 +
 32687*X290 + 32687*X291 + 32687*X292 + 32798*X293 + 32798*X294 +
 32798*X295 + 32798*X296 + 32908*X297 + 32908*X298 + 32908*X299 +
 32908*X300 + 33018*X301 + 33018*X302 + 33018*X303 + 33018*X304 +
 33129*X305 + 33129*X306 + 33129*X307 + 33129*X308 + 33239*X309 +
 33239*X310 + 33239*X311 + 33239*X312 + 33350*X313 + 33350*X314 +
 33350*X315 + 33350*X316 + 33460*X317 + 33460*X318 + 33460*X319 +
 33460*X320 + 33571*X321 + 33571*X322 + 33571*X323 + 33571*X324 +
 33681*X325 + 33681*X326 + 33681*X327 + 33681*X328 + 33791*X329 +
 33791*X330 + 33791*X331 + 33791*X332 + 33902*X333 + 33902*X334 +
 33902*X335 + 33902*X336 + 34012*X337 + 34012*X338 + 34012*X339 +
 34012*X340 + 34123*X341 + 34123*X342 + 34123*X343 + 34123*X344 +
 34233*X345 + 34233*X346 + 34233*X347 + 34233*X348 + 34344*X349 +
 34344*X350 + 34344*X351 + 34344*X352 + 34454*X353 + 34454*X354 +

34454*X355 + 34454*X356 + 34565*X357 + 34565*X358 + 34565*X359 +
 34565*X360 + 34675*X361 + 34675*X362 + 34675*X363 + 34675*X364 +
 34785*X365 + 34785*X366 + 34785*X367 + 34785*X368 + 34896*X369 +
 34896*X370 + 34896*X371 + 34896*X372 + 35006*X373 + 35006*X374 +
 35006*X375 + 35006*X376 + 35117*X377 + 35117*X378 + 35117*X379 +
 35117*X380 + 35227*X381 + 35227*X382 + 35227*X383 + 35227*X384 +
 35338*X385 + 35338*X386 + 35338*X387 + 35338*X388 + 35448*X389 +
 35448*X390 + 35448*X391 + 35448*X4392 + 35558*X393 + 35558*X394 +
 35558*X395 + 35558*X396 + 35669*X397 + 35669*X398 + 35669*X399 +
 35669*X400 + 35779*X401 + 35779*X402 + 35779*X403 + 35779*X404 +
 35890*X405 + 35890*X406 + 35890*X407 + 35890*X408 + 36000*X409 +
 36000*X410 + 36000*X411 + 36000*X412 + 36111*X413 + 36111*X414 +
 36111*X415 + 36111*X416 + 36221*X417 + 36221*X418 + 36221*X419 +
 36221*X420 + 36331*X421 + 36331*X422 + 36331*X423 + 36331*X424 +
 36442*X425 + 36442*X426 + 36442*X427 + 36442*X428 + 36552*X429 +
 36552*X430 + 36552*X431 + 36552*X432 + 36663*X433 + 36663*X434 +
 36663*X435 + 36663*X436 + 36773*X437 + 36773*X438 + 36773*X439 +
 36773*X440 + 36884*X441 + 36884*X442 + 36884*X443 + 36884*X444 +
 36884*X445 + 36994*X446 + 36994*X447 + 36994*X448 + 37105*X449 +
 37105*X450 + 37105*X451 + 37105*X452 + 37215*X453 + 37215*X454 +
 37215*X455 + 37215*X456 + 37325*X457 <= 5420000;

! *Constraint Function* -Jumlah Pola per Hari;

X1 - 73*B1 < 0; X9 - 73*B9 < 0; X17 - 73*B17 < 0;
 X2 - 73*B2 < 0; X10 - 73*B10 < 0; X18 - 73*B18 < 0;
 X3 - 73*B3 < 0; X11 - 73*B11 < 0; X19 - 73*B19 < 0;
 X4 - 73*B4 < 0; X12 - 73*B12 < 0; X20 - 73*B20 < 0;
 X5 - 73*B5 < 0; X13 - 73*B13 < 0; X21 - 73*B21 < 0;
 X6 - 73*B6 < 0; X14 - 73*B14 < 0; X22 - 73*B22 < 0;
 X7 - 73*B7 < 0; X15 - 73*B15 < 0; X23 - 73*B23 < 0;
 X8 - 73*B8 < 0; X16 - 73*B16 < 0; X24 - 73*B24 < 0;



$$X25 - 73*B25 < 0;$$

$$X26 - 73*B26 < 0;$$

$$X27 - 73*B27 < 0;$$

$$X28 - 73*B28 < 0;$$

$$X29 - 73*B29 < 0;$$

$$X30 - 73*B30 < 0;$$

$$X31 - 73*B31 < 0;$$

$$X32 - 73*B32 < 0;$$

$$X33 - 73*B33 < 0;$$

$$X34 - 73*B34 < 0;$$

$$X35 - 73*B35 < 0;$$

$$X36 - 73*B36 < 0;$$

$$X37 - 73*B37 < 0;$$

$$X38 - 73*B38 < 0;$$

$$X39 - 73*B39 < 0;$$

$$X40 - 73*B40 < 0;$$

$$X41 - 73*B41 < 0;$$

$$X42 - 73*B42 < 0;$$

$$X43 - 73*B43 < 0;$$

$$X44 - 73*B44 < 0;$$

$$X45 - 73*B45 < 0;$$

$$X46 - 73*B46 < 0;$$

$$X47 - 73*B47 < 0;$$

$$X48 - 73*B48 < 0;$$

$$X49 - 73*B49 < 0;$$

$$X50 - 73*B50 < 0;$$

$$X51 - 73*B51 < 0;$$

$$X52 - 73*B52 < 0;$$

$$X53 - 73*B53 < 0;$$

$$X54 - 73*B54 < 0;$$

$$X55 - 73*B55 < 0;$$

$$X56 - 73*B56 < 0;$$

$$X57 - 73*B57 < 0;$$

$$X58 - 73*B58 < 0;$$

$$X59 - 73*B59 < 0;$$

$$X60 - 73*B60 < 0;$$

$$X61 - 73*B61 < 0;$$

$$X62 - 73*B62 < 0;$$

$$X63 - 73*B63 < 0;$$

$$X64 - 73*B64 < 0;$$

$$X65 - 73*B65 < 0;$$

$$X66 - 73*B66 < 0;$$

$$X67 - 73*B67 < 0;$$

$$X68 - 73*B68 < 0;$$

$$X69 - 73*B69 < 0;$$

$$X70 - 73*B70 < 0;$$

$$X71 - 73*B71 < 0;$$

$$X72 - 73*B72 < 0;$$

$$X73 - 73*B73 < 0;$$

$$X74 - 73*B74 < 0;$$

$$X75 - 73*B75 < 0;$$

$$X76 - 73*B76 < 0;$$

$$X77 - 73*B77 < 0;$$

$$X78 - 73*B78 < 0;$$

$$X79 - 73*B79 < 0;$$

$$X80 - 73*B80 < 0;$$

$$X81 - 73*B81 < 0;$$

$$X82 - 73*B82 < 0;$$

$$X83 - 73*B83 < 0;$$

$$X84 - 73*B84 < 0;$$

$$X85 - 73*B85 < 0;$$

$$X86 - 73*B86 < 0;$$

$$X87 - 73*B87 < 0;$$

$$X88 - 73*B88 < 0;$$

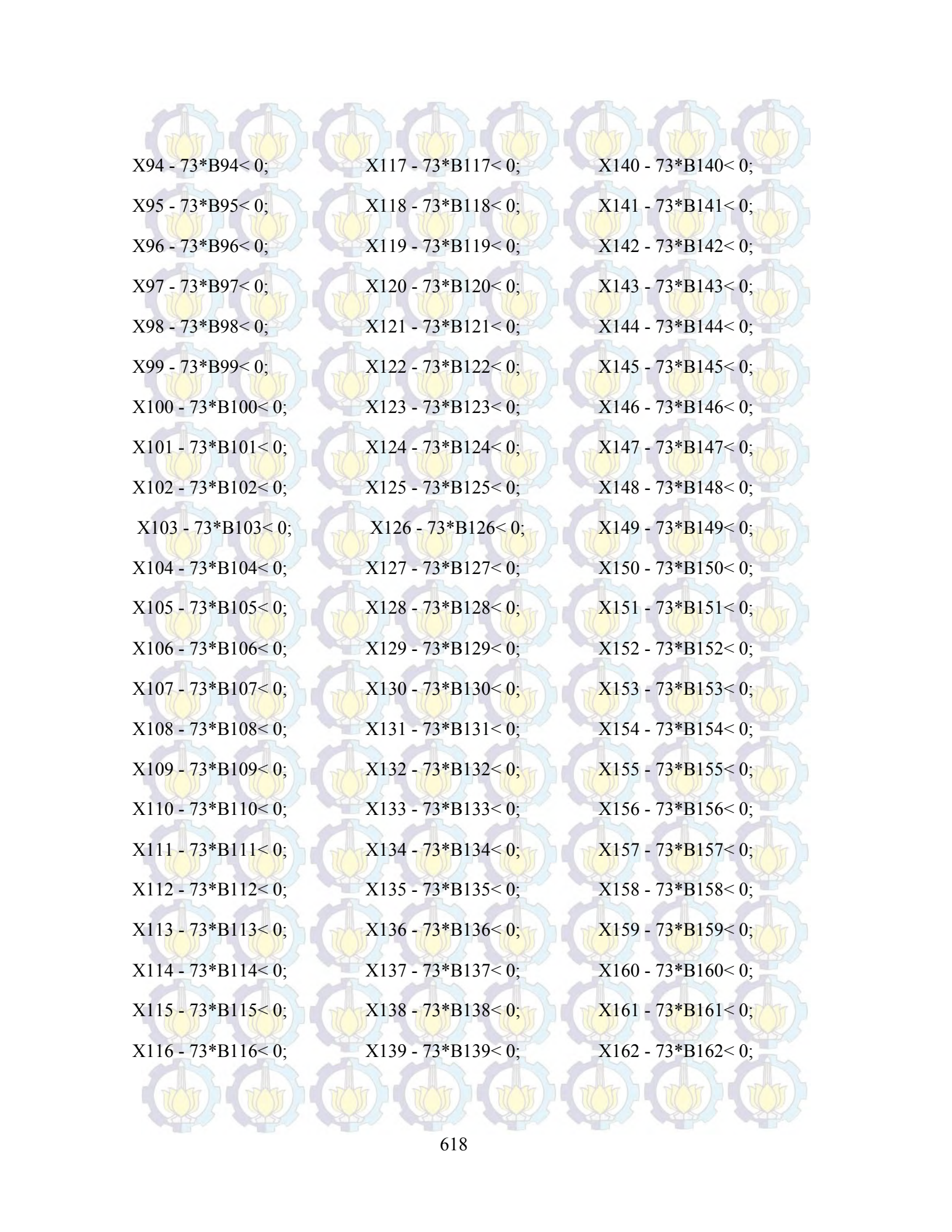
$$X89 - 73*B89 < 0;$$

$$X90 - 73*B90 < 0;$$

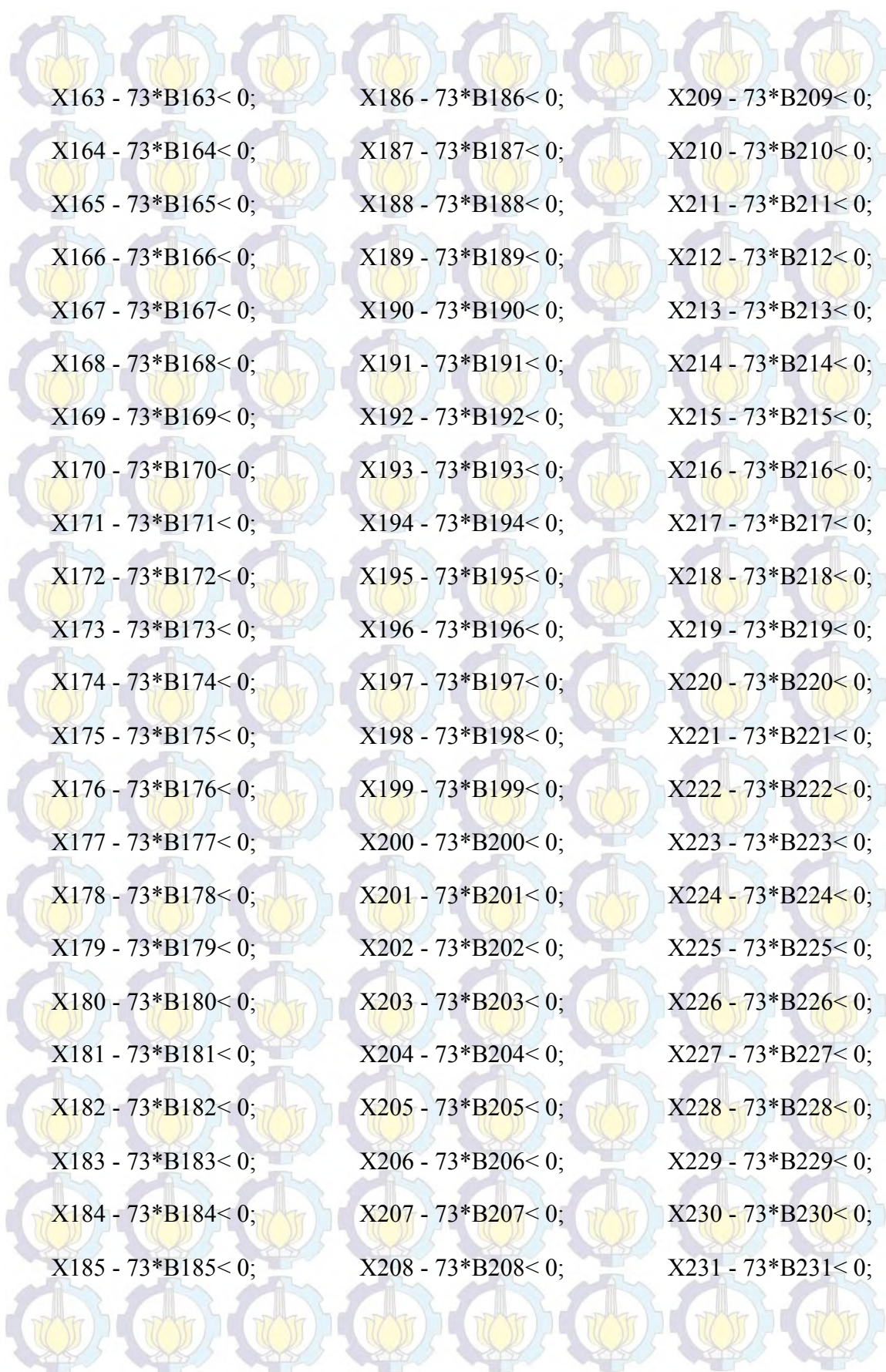
$$X91 - 73*B91 < 0;$$

$$X92 - 73*B92 < 0;$$

$$X93 - 73*B93 < 0;$$



X94 - 73*B94< 0;	X117 - 73*B117< 0;	X140 - 73*B140< 0;
X95 - 73*B95< 0;	X118 - 73*B118< 0;	X141 - 73*B141< 0;
X96 - 73*B96< 0;	X119 - 73*B119< 0;	X142 - 73*B142< 0;
X97 - 73*B97< 0;	X120 - 73*B120< 0;	X143 - 73*B143< 0;
X98 - 73*B98< 0;	X121 - 73*B121< 0;	X144 - 73*B144< 0;
X99 - 73*B99< 0;	X122 - 73*B122< 0;	X145 - 73*B145< 0;
X100 - 73*B100< 0;	X123 - 73*B123< 0;	X146 - 73*B146< 0;
X101 - 73*B101< 0;	X124 - 73*B124< 0;	X147 - 73*B147< 0;
X102 - 73*B102< 0;	X125 - 73*B125< 0;	X148 - 73*B148< 0;
X103 - 73*B103< 0;	X126 - 73*B126< 0;	X149 - 73*B149< 0;
X104 - 73*B104< 0;	X127 - 73*B127< 0;	X150 - 73*B150< 0;
X105 - 73*B105< 0;	X128 - 73*B128< 0;	X151 - 73*B151< 0;
X106 - 73*B106< 0;	X129 - 73*B129< 0;	X152 - 73*B152< 0;
X107 - 73*B107< 0;	X130 - 73*B130< 0;	X153 - 73*B153< 0;
X108 - 73*B108< 0;	X131 - 73*B131< 0;	X154 - 73*B154< 0;
X109 - 73*B109< 0;	X132 - 73*B132< 0;	X155 - 73*B155< 0;
X110 - 73*B110< 0;	X133 - 73*B133< 0;	X156 - 73*B156< 0;
X111 - 73*B111< 0;	X134 - 73*B134< 0;	X157 - 73*B157< 0;
X112 - 73*B112< 0;	X135 - 73*B135< 0;	X158 - 73*B158< 0;
X113 - 73*B113< 0;	X136 - 73*B136< 0;	X159 - 73*B159< 0;
X114 - 73*B114< 0;	X137 - 73*B137< 0;	X160 - 73*B160< 0;
X115 - 73*B115< 0;	X138 - 73*B138< 0;	X161 - 73*B161< 0;
X116 - 73*B116< 0;	X139 - 73*B139< 0;	X162 - 73*B162< 0;



X163 - 73*B163< 0;

X186 - 73*B186< 0;

X209 - 73*B209< 0;

X164 - 73*B164< 0;

X187 - 73*B187< 0;

X210 - 73*B210< 0;

X165 - 73*B165< 0;

X188 - 73*B188< 0;

X211 - 73*B211< 0;

X166 - 73*B166< 0;

X189 - 73*B189< 0;

X212 - 73*B212< 0;

X167 - 73*B167< 0;

X190 - 73*B190< 0;

X213 - 73*B213< 0;

X168 - 73*B168< 0;

X191 - 73*B191< 0;

X214 - 73*B214< 0;

X169 - 73*B169< 0;

X192 - 73*B192< 0;

X215 - 73*B215< 0;

X170 - 73*B170< 0;

X193 - 73*B193< 0;

X216 - 73*B216< 0;

X171 - 73*B171< 0;

X194 - 73*B194< 0;

X217 - 73*B217< 0;

X172 - 73*B172< 0;

X195 - 73*B195< 0;

X218 - 73*B218< 0;

X173 - 73*B173< 0;

X196 - 73*B196< 0;

X219 - 73*B219< 0;

X174 - 73*B174< 0;

X197 - 73*B197< 0;

X220 - 73*B220< 0;

X175 - 73*B175< 0;

X198 - 73*B198< 0;

X221 - 73*B221< 0;

X176 - 73*B176< 0;

X199 - 73*B199< 0;

X222 - 73*B222< 0;

X177 - 73*B177< 0;

X200 - 73*B200< 0;

X223 - 73*B223< 0;

X178 - 73*B178< 0;

X201 - 73*B201< 0;

X224 - 73*B224< 0;

X179 - 73*B179< 0;

X202 - 73*B202< 0;

X225 - 73*B225< 0;

X180 - 73*B180< 0;

X203 - 73*B203< 0;

X226 - 73*B226< 0;

X181 - 73*B181< 0;

X204 - 73*B204< 0;

X227 - 73*B227< 0;

X182 - 73*B182< 0;

X205 - 73*B205< 0;

X228 - 73*B228< 0;

X183 - 73*B183< 0;

X206 - 73*B206< 0;

X229 - 73*B229< 0;

X184 - 73*B184< 0;

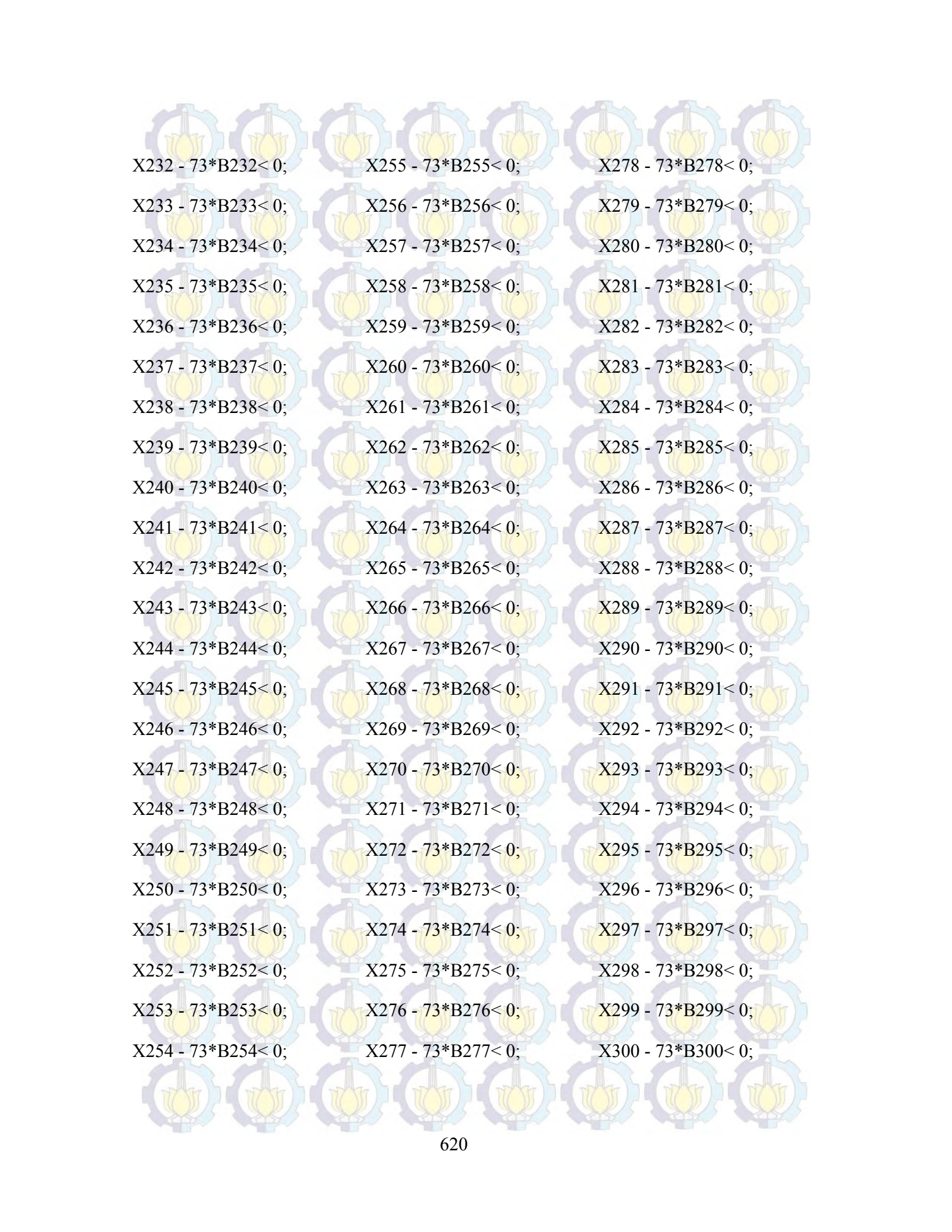
X207 - 73*B207< 0;

X230 - 73*B230< 0;

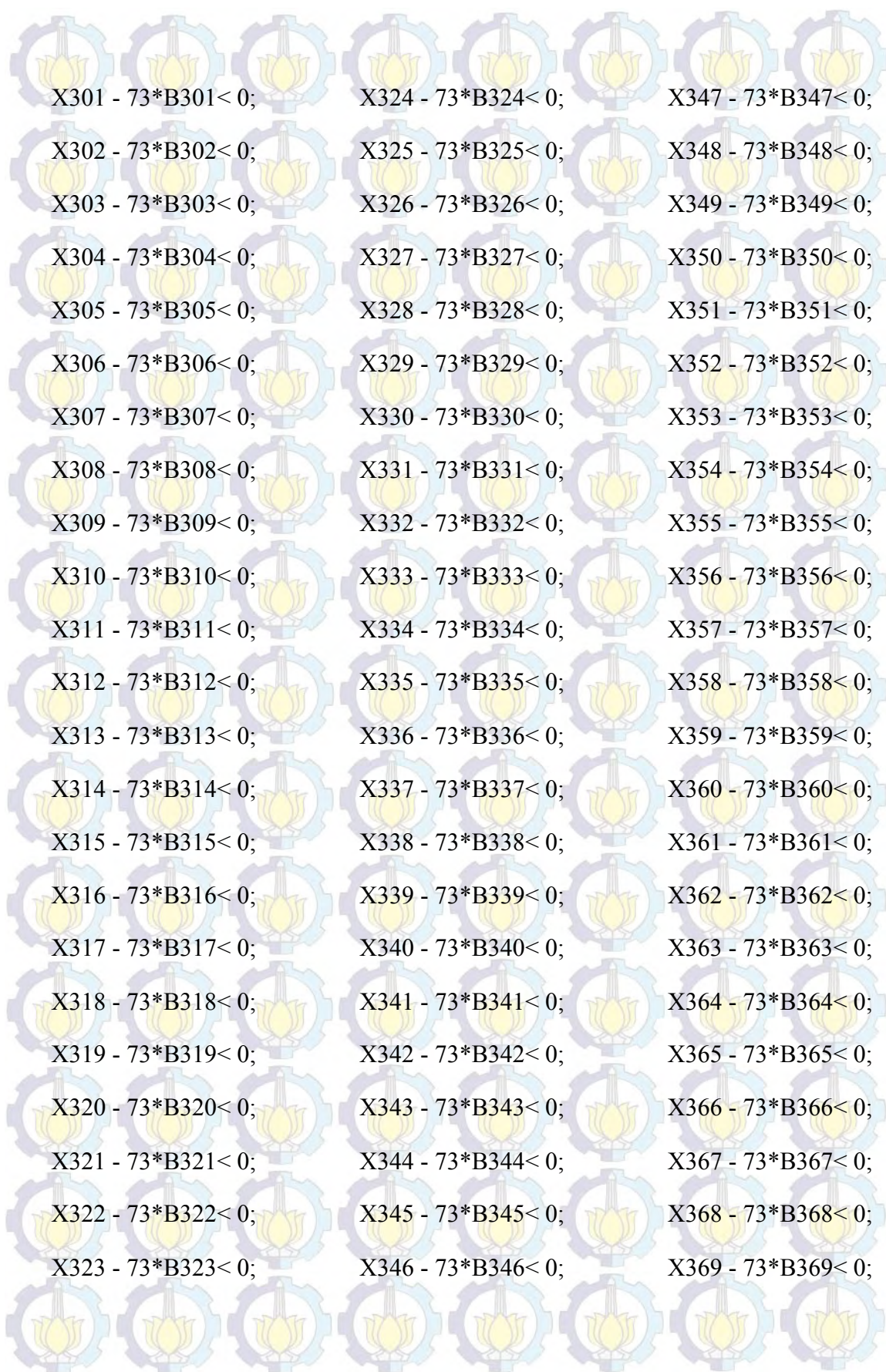
X185 - 73*B185< 0;

X208 - 73*B208< 0;

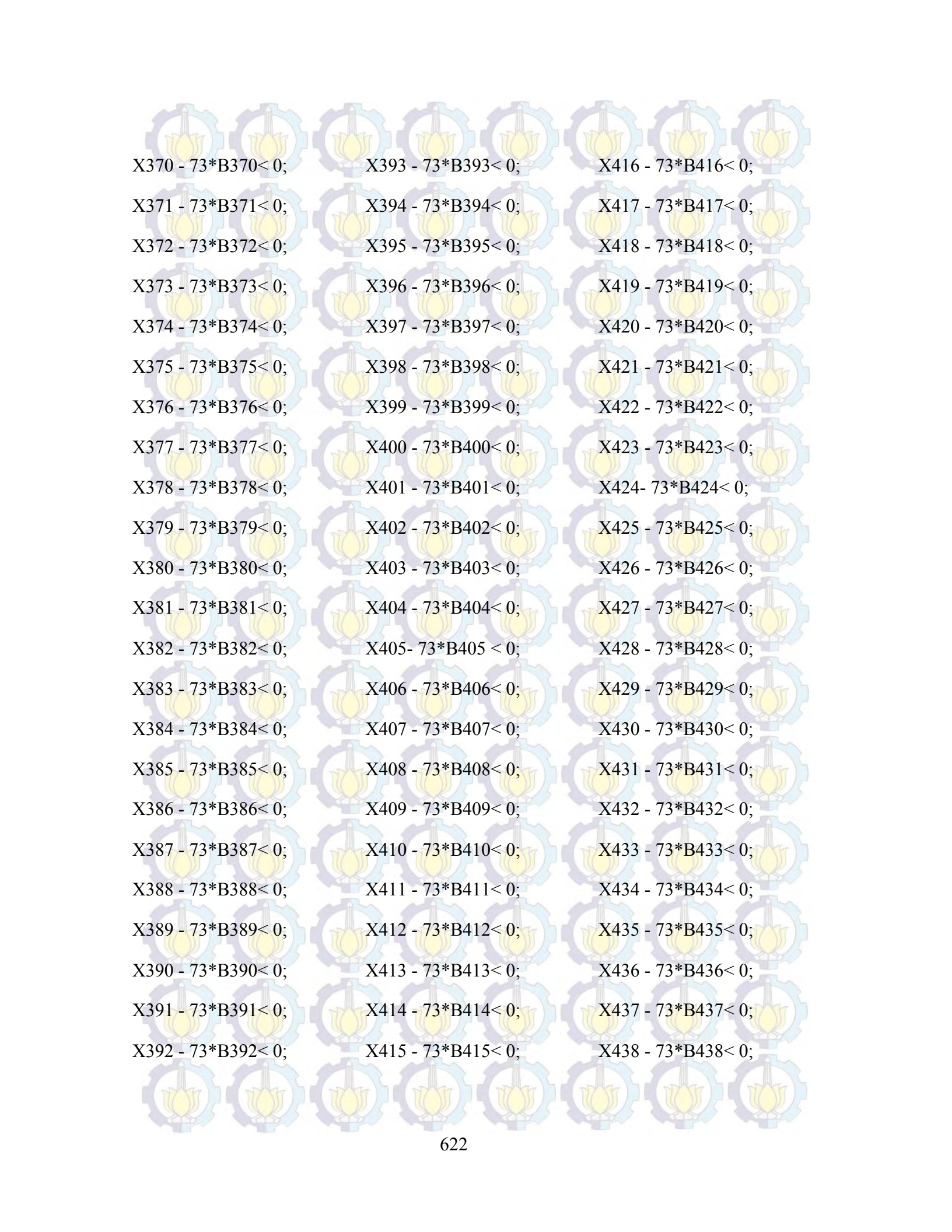
X231 - 73*B231< 0;



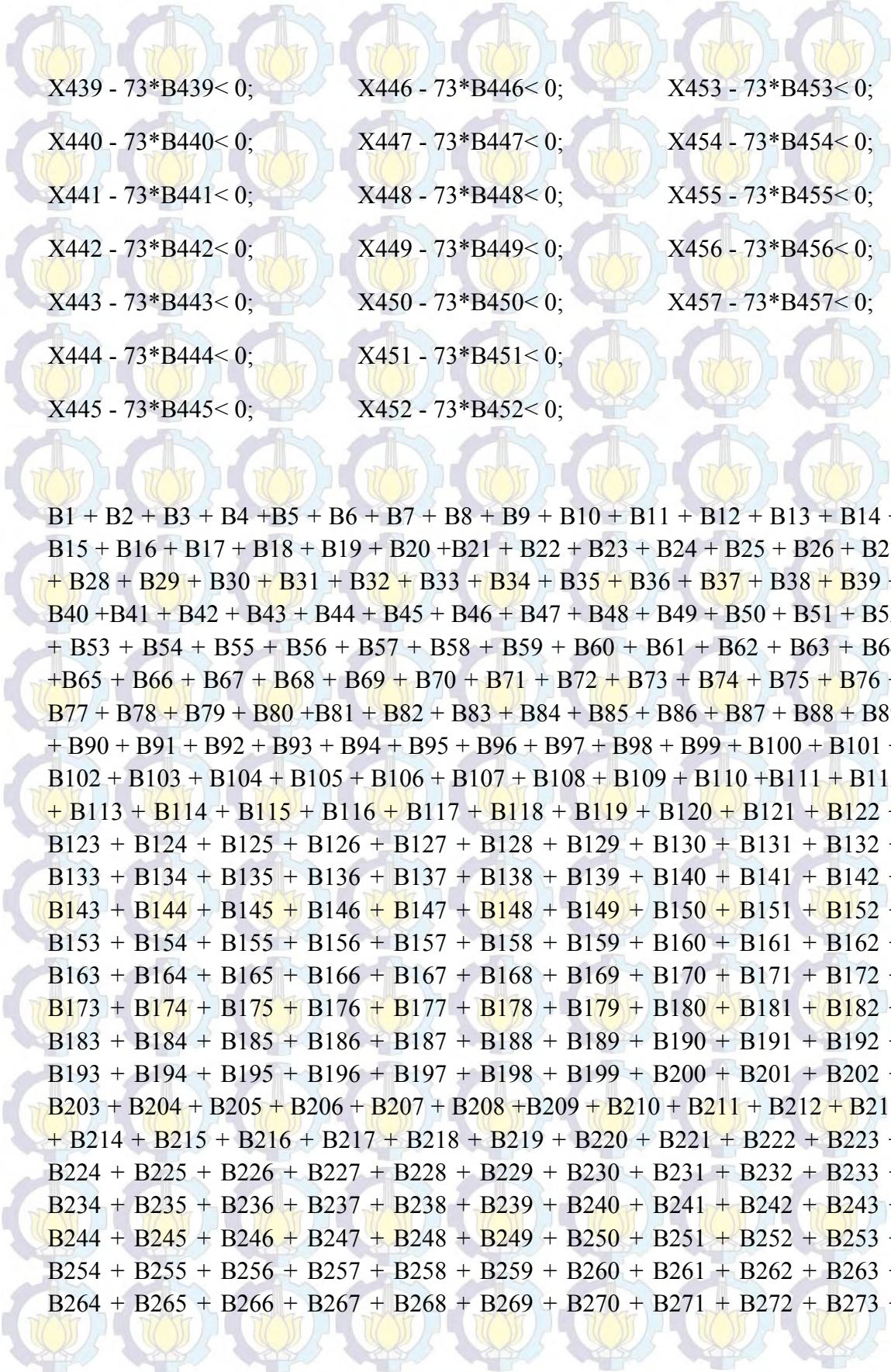
X232 - 73*B232< 0;	X255 - 73*B255< 0;	X278 - 73*B278< 0;
X233 - 73*B233< 0;	X256 - 73*B256< 0;	X279 - 73*B279< 0;
X234 - 73*B234< 0;	X257 - 73*B257< 0;	X280 - 73*B280< 0;
X235 - 73*B235< 0;	X258 - 73*B258< 0;	X281 - 73*B281< 0;
X236 - 73*B236< 0;	X259 - 73*B259< 0;	X282 - 73*B282< 0;
X237 - 73*B237< 0;	X260 - 73*B260< 0;	X283 - 73*B283< 0;
X238 - 73*B238< 0;	X261 - 73*B261< 0;	X284 - 73*B284< 0;
X239 - 73*B239< 0;	X262 - 73*B262< 0;	X285 - 73*B285< 0;
X240 - 73*B240< 0;	X263 - 73*B263< 0;	X286 - 73*B286< 0;
X241 - 73*B241< 0;	X264 - 73*B264< 0;	X287 - 73*B287< 0;
X242 - 73*B242< 0;	X265 - 73*B265< 0;	X288 - 73*B288< 0;
X243 - 73*B243< 0;	X266 - 73*B266< 0;	X289 - 73*B289< 0;
X244 - 73*B244< 0;	X267 - 73*B267< 0;	X290 - 73*B290< 0;
X245 - 73*B245< 0;	X268 - 73*B268< 0;	X291 - 73*B291< 0;
X246 - 73*B246< 0;	X269 - 73*B269< 0;	X292 - 73*B292< 0;
X247 - 73*B247< 0;	X270 - 73*B270< 0;	X293 - 73*B293< 0;
X248 - 73*B248< 0;	X271 - 73*B271< 0;	X294 - 73*B294< 0;
X249 - 73*B249< 0;	X272 - 73*B272< 0;	X295 - 73*B295< 0;
X250 - 73*B250< 0;	X273 - 73*B273< 0;	X296 - 73*B296< 0;
X251 - 73*B251< 0;	X274 - 73*B274< 0;	X297 - 73*B297< 0;
X252 - 73*B252< 0;	X275 - 73*B275< 0;	X298 - 73*B298< 0;
X253 - 73*B253< 0;	X276 - 73*B276< 0;	X299 - 73*B299< 0;
X254 - 73*B254< 0;	X277 - 73*B277< 0;	X300 - 73*B300< 0;



X301 - 73*B301< 0;	X324 - 73*B324< 0;	X347 - 73*B347< 0;
X302 - 73*B302< 0;	X325 - 73*B325< 0;	X348 - 73*B348< 0;
X303 - 73*B303< 0;	X326 - 73*B326< 0;	X349 - 73*B349< 0;
X304 - 73*B304< 0;	X327 - 73*B327< 0;	X350 - 73*B350< 0;
X305 - 73*B305< 0;	X328 - 73*B328< 0;	X351 - 73*B351< 0;
X306 - 73*B306< 0;	X329 - 73*B329< 0;	X352 - 73*B352< 0;
X307 - 73*B307< 0;	X330 - 73*B330< 0;	X353 - 73*B353< 0;
X308 - 73*B308< 0;	X331 - 73*B331< 0;	X354 - 73*B354< 0;
X309 - 73*B309< 0;	X332 - 73*B332< 0;	X355 - 73*B355< 0;
X310 - 73*B310< 0;	X333 - 73*B333< 0;	X356 - 73*B356< 0;
X311 - 73*B311< 0;	X334 - 73*B334< 0;	X357 - 73*B357< 0;
X312 - 73*B312< 0;	X335 - 73*B335< 0;	X358 - 73*B358< 0;
X313 - 73*B313< 0;	X336 - 73*B336< 0;	X359 - 73*B359< 0;
X314 - 73*B314< 0;	X337 - 73*B337< 0;	X360 - 73*B360< 0;
X315 - 73*B315< 0;	X338 - 73*B338< 0;	X361 - 73*B361< 0;
X316 - 73*B316< 0;	X339 - 73*B339< 0;	X362 - 73*B362< 0;
X317 - 73*B317< 0;	X340 - 73*B340< 0;	X363 - 73*B363< 0;
X318 - 73*B318< 0;	X341 - 73*B341< 0;	X364 - 73*B364< 0;
X319 - 73*B319< 0;	X342 - 73*B342< 0;	X365 - 73*B365< 0;
X320 - 73*B320< 0;	X343 - 73*B343< 0;	X366 - 73*B366< 0;
X321 - 73*B321< 0;	X344 - 73*B344< 0;	X367 - 73*B367< 0;
X322 - 73*B322< 0;	X345 - 73*B345< 0;	X368 - 73*B368< 0;
X323 - 73*B323< 0;	X346 - 73*B346< 0;	X369 - 73*B369< 0;



X370 - 73*B370< 0;	X393 - 73*B393< 0;	X416 - 73*B416< 0;
X371 - 73*B371< 0;	X394 - 73*B394< 0;	X417 - 73*B417< 0;
X372 - 73*B372< 0;	X395 - 73*B395< 0;	X418 - 73*B418< 0;
X373 - 73*B373< 0;	X396 - 73*B396< 0;	X419 - 73*B419< 0;
X374 - 73*B374< 0;	X397 - 73*B397< 0;	X420 - 73*B420< 0;
X375 - 73*B375< 0;	X398 - 73*B398< 0;	X421 - 73*B421< 0;
X376 - 73*B376< 0;	X399 - 73*B399< 0;	X422 - 73*B422< 0;
X377 - 73*B377< 0;	X400 - 73*B400< 0;	X423 - 73*B423< 0;
X378 - 73*B378< 0;	X401 - 73*B401< 0;	X424 - 73*B424< 0;
X379 - 73*B379< 0;	X402 - 73*B402< 0;	X425 - 73*B425< 0;
X380 - 73*B380< 0;	X403 - 73*B403< 0;	X426 - 73*B426< 0;
X381 - 73*B381< 0;	X404 - 73*B404< 0;	X427 - 73*B427< 0;
X382 - 73*B382< 0;	X405 - 73*B405< 0;	X428 - 73*B428< 0;
X383 - 73*B383< 0;	X406 - 73*B406< 0;	X429 - 73*B429< 0;
X384 - 73*B384< 0;	X407 - 73*B407< 0;	X430 - 73*B430< 0;
X385 - 73*B385< 0;	X408 - 73*B408< 0;	X431 - 73*B431< 0;
X386 - 73*B386< 0;	X409 - 73*B409< 0;	X432 - 73*B432< 0;
X387 - 73*B387< 0;	X410 - 73*B410< 0;	X433 - 73*B433< 0;
X388 - 73*B388< 0;	X411 - 73*B411< 0;	X434 - 73*B434< 0;
X389 - 73*B389< 0;	X412 - 73*B412< 0;	X435 - 73*B435< 0;
X390 - 73*B390< 0;	X413 - 73*B413< 0;	X436 - 73*B436< 0;
X391 - 73*B391< 0;	X414 - 73*B414< 0;	X437 - 73*B437< 0;
X392 - 73*B392< 0;	X415 - 73*B415< 0;	X438 - 73*B438< 0;


$$X439 - 73*B439 < 0;$$

$$X446 - 73*B446 < 0;$$

$$X453 - 73*B453 < 0;$$

$$X440 - 73*B440 < 0;$$

$$X447 - 73*B447 < 0;$$

$$X454 - 73*B454 < 0;$$

$$X441 - 73*B441 < 0;$$

$$X448 - 73*B448 < 0;$$

$$X455 - 73*B455 < 0;$$

$$X442 - 73*B442 < 0;$$

$$X449 - 73*B449 < 0;$$

$$X456 - 73*B456 < 0;$$

$$X443 - 73*B443 < 0;$$

$$X450 - 73*B450 < 0;$$

$$X457 - 73*B457 < 0;$$

$$X444 - 73*B444 < 0;$$

$$X451 - 73*B451 < 0;$$

$$X445 - 73*B445 < 0;$$

$$X452 - 73*B452 < 0;$$

$$\begin{aligned} & B1 + B2 + B3 + B4 + B5 + B6 + B7 + B8 + B9 + B10 + B11 + B12 + B13 + B14 + \\ & B15 + B16 + B17 + B18 + B19 + B20 + B21 + B22 + B23 + B24 + B25 + B26 + B27 \\ & + B28 + B29 + B30 + B31 + B32 + B33 + B34 + B35 + B36 + B37 + B38 + B39 + \\ & B40 + B41 + B42 + B43 + B44 + B45 + B46 + B47 + B48 + B49 + B50 + B51 + B52 \\ & + B53 + B54 + B55 + B56 + B57 + B58 + B59 + B60 + B61 + B62 + B63 + B64 \\ & + B65 + B66 + B67 + B68 + B69 + B70 + B71 + B72 + B73 + B74 + B75 + B76 + \\ & B77 + B78 + B79 + B80 + B81 + B82 + B83 + B84 + B85 + B86 + B87 + B88 + B89 \\ & + B90 + B91 + B92 + B93 + B94 + B95 + B96 + B97 + B98 + B99 + B100 + B101 + \\ & B102 + B103 + B104 + B105 + B106 + B107 + B108 + B109 + B110 + B111 + B112 \\ & + B113 + B114 + B115 + B116 + B117 + B118 + B119 + B120 + B121 + B122 + \\ & B123 + B124 + B125 + B126 + B127 + B128 + B129 + B130 + B131 + B132 + \\ & B133 + B134 + B135 + B136 + B137 + B138 + B139 + B140 + B141 + B142 + \\ & B143 + B144 + B145 + B146 + B147 + B148 + B149 + B150 + B151 + B152 + \\ & B153 + B154 + B155 + B156 + B157 + B158 + B159 + B160 + B161 + B162 + \\ & B163 + B164 + B165 + B166 + B167 + B168 + B169 + B170 + B171 + B172 + \\ & B173 + B174 + B175 + B176 + B177 + B178 + B179 + B180 + B181 + B182 + \\ & B183 + B184 + B185 + B186 + B187 + B188 + B189 + B190 + B191 + B192 + \\ & B193 + B194 + B195 + B196 + B197 + B198 + B199 + B200 + B201 + B202 + \\ & B203 + B204 + B205 + B206 + B207 + B208 + B209 + B210 + B211 + B212 + B213 \\ & + B214 + B215 + B216 + B217 + B218 + B219 + B220 + B221 + B222 + B223 + \\ & B224 + B225 + B226 + B227 + B228 + B229 + B230 + B231 + B232 + B233 + \\ & B234 + B235 + B236 + B237 + B238 + B239 + B240 + B241 + B242 + B243 + \\ & B244 + B245 + B246 + B247 + B248 + B249 + B250 + B251 + B252 + B253 + \\ & B254 + B255 + B256 + B257 + B258 + B259 + B260 + B261 + B262 + B263 + \\ & B264 + B265 + B266 + B267 + B268 + B269 + B270 + B271 + B272 + B273 + \end{aligned}$$

B274 + B275 + B276 + B277 + B278 + B279 + B280 + B281 + B282 + B283 +
 B284 + B285 + B286 + B287 + B288 + B289 + B290 + B291 + B292 + B293 + B294
 + B295 + B296 + B297 + B298 + B299 + B300 + B301 + B302 + B303 + B304 +
 B305 + B306 + B307 + B308 + B309 + B310 + B311 + B312 + B313 + B314 +
 B315 + B316 + B317 + B318 + B319 + B320 + B321 + B322 + B323 + B324 +
 B325 + B326 + B327 + B328 + B329 + B330 + B331 + B332 + B333 + B334 +
 B335 + B336 + B337 + B338 + B339 + B340 + B341 + B342 + B343 + B344 +
 B345 + B346 + B347 + B348 + B349 + B350 + B351 + B352 + B353 + B354 +
 B355 + B356 + B357 + B358 + B359 + B360 + B361 + B362 + B363 + B364 +
 B365 + B366 + B367 + B368 + B369 + B370 + B371 + B372 + B373 + B374 +
 B375 + B376 + B377 + B378 + B379 + B380 + B381 + B382 + B383 + B384 +
 B385 + B386 + B387 + B388 + B389 + B390 + B391 + B392 + B393 + B394 +
 B395 + B396 + B397 + B398 + B399 + B400 + B401 + B402 + B403 + B404 + B405
 + B406 + B407 + B408 + B409 + B410 + B411 + B412 + B413 + B414 + B415 +
 B416 + B417 + B418 + B419 + B420 + B421 + B422 + B423 + B424 + B425 + B426
 + B427 + B428 + B429 + B430 + B431 + B432 + B433 + B434 + B435 + B436 +
 B437 + B438 + B439 + B440 + B441 + B442 + B443 + B444 + B445 + B446 +
 B447 + B448 + B449 + B450 + B451 + B452 + B453 + B454 + B455 + B456 +
 B457 + A = 20;

!Binary value only;

@Bin(B1); @Bin(B2); @Bin(B3); @Bin(B4); @Bin(B5); @Bin(B6); @Bin(B7);
 @Bin(B8); @Bin(B9); @Bin(B10); @Bin(B11); @Bin(B12); @Bin(B13);
 @Bin(B14); @Bin(B15); @Bin(B16); @Bin(B17); @Bin(B18); @Bin(B19);
 @Bin(B20); @Bin(B21); @Bin(B22); @Bin(B23); @Bin(B24); @Bin(B25);
 @Bin(B26); @Bin(B27); @Bin(B28); @Bin(B29); @Bin(B30); @Bin(B31);
 @Bin(B32); @Bin(B33); @Bin(B34); @Bin(B35); @Bin(B36); @Bin(B37);
 @Bin(B38); @Bin(B39); @Bin(B40); @Bin(B41); @Bin(B42); @Bin(B43);
 @Bin(B44); @Bin(B45); @Bin(B46); @Bin(B47); @Bin(B48); @Bin(B49);
 @Bin(B50); @Bin(B51); @Bin(B52); @Bin(B53); @Bin(B54); @Bin(B55);
 @Bin(B56); @Bin(B57); @Bin(B58); @Bin(B59); @Bin(B60); @Bin(B61);
 @Bin(B62); @Bin(B63); @Bin(B64); @Bin(B65); @Bin(B66); @Bin(B67);
 @Bin(B68); @Bin(B69); @Bin(B70); @Bin(B71); @Bin(B72); @Bin(B73);
 @Bin(B74); @Bin(B75); @Bin(B76); @Bin(B77); @Bin(B78); @Bin(B79);
 @Bin(B80); @Bin(B81); @Bin(B82); @Bin(B83); @Bin(B84); @Bin(B85);
 @Bin(B86); @Bin(B87); @Bin(B88); @Bin(B89); @Bin(B90); @Bin(B91);

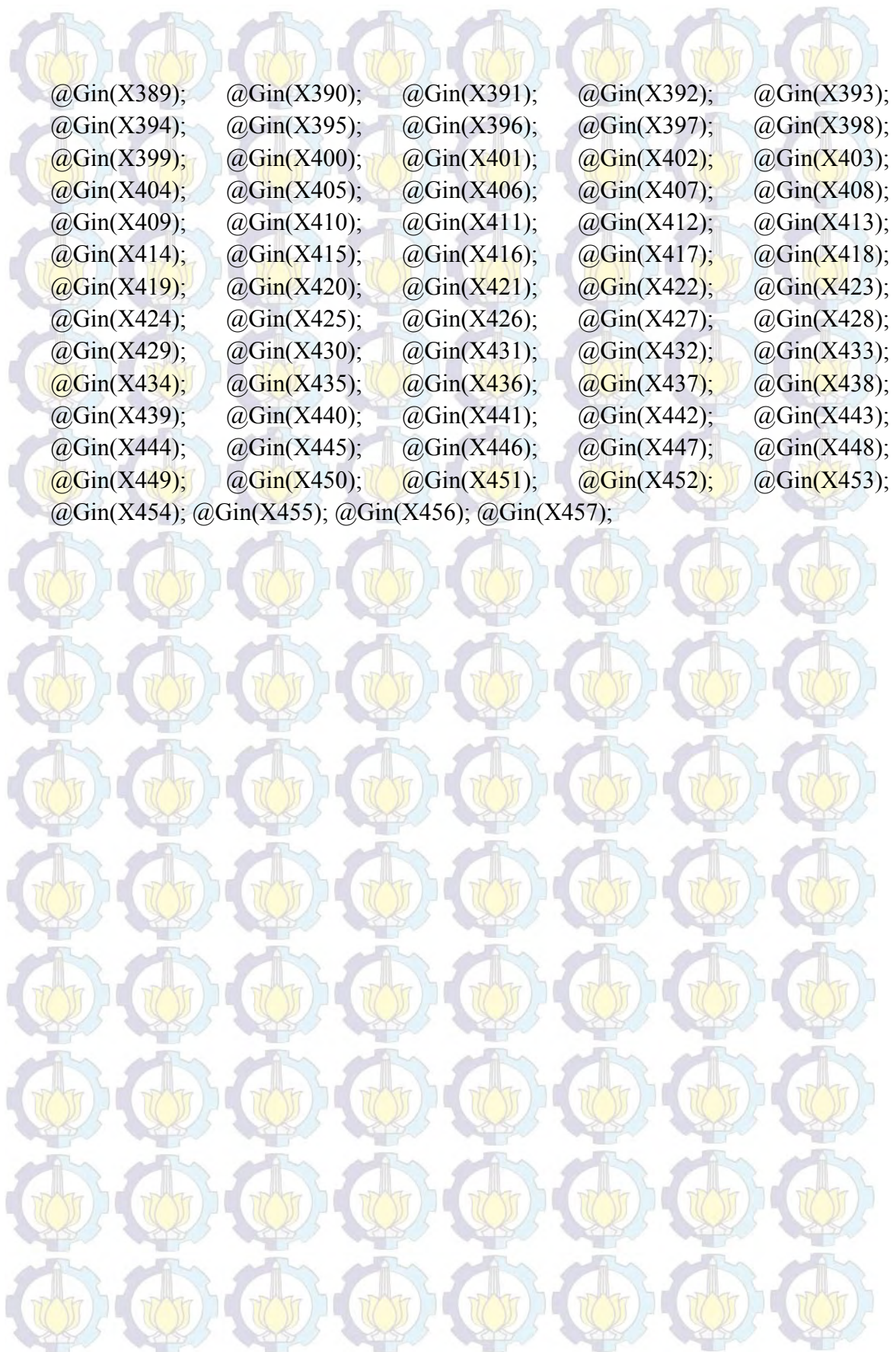
@Bin(B92); @Bin(B93); @Bin(B94); @Bin(B95); @Bin(B96); @Bin(B97);
@Bin(B98); @Bin(B99); @Bin(B100); @Bin(B101); @Bin(B102); @Bin(B103);
@Bin(B104); @Bin(B105); @Bin(B106); @Bin(B107); @Bin(B108); @Bin(B109);
@Bin(B110); @Bin(B111); @Bin(B112); @Bin(B113); @Bin(B114); @Bin(B115);
@Bin(B116); @Bin(B117); @Bin(B118); @Bin(B119); @Bin(B120); @Bin(B121);
@Bin(B122); @Bin(B123); @Bin(B124); @Bin(B125); @Bin(B126); @Bin(B127);
@Bin(B128); @Bin(B129); @Bin(B130); @Bin(B131); @Bin(B132); @Bin(B133);
@Bin(B134); @Bin(B135); @Bin(B136); @Bin(B137); @Bin(B138); @Bin(B139);
@Bin(B140); @Bin(B141); @Bin(B142); @Bin(B143); @Bin(B144); @Bin(B145);
@Bin(B146); @Bin(B147); @Bin(B148); @Bin(B149); @Bin(B150); @Bin(B151);
@Bin(B152); @Bin(B153); @Bin(B154); @Bin(B155); @Bin(B156); @Bin(B157);
@Bin(B158); @Bin(B159); @Bin(B160); @Bin(B161); @Bin(B162); @Bin(B163);
@Bin(B164); @Bin(B165); @Bin(B166); @Bin(B167); @Bin(B168); @Bin(B169);
@Bin(B170); @Bin(B171); @Bin(B172); @Bin(B173); @Bin(B174); @Bin(B175);
@Bin(B176); @Bin(B177); @Bin(B178); @Bin(B179); @Bin(B180); @Bin(B181);
@Bin(B182); @Bin(B183); @Bin(B184); @Bin(B185); @Bin(B186); @Bin(B187);
@Bin(B188); @Bin(B189); @Bin(B190); @Bin(B191); @Bin(B192); @Bin(B193);
@Bin(B194); @Bin(B195); @Bin(B196); @Bin(B197); @Bin(B198); @Bin(B199);
@Bin(B200); @Bin(B201); @Bin(B202); @Bin(B203); @Bin(B204); @Bin(B205);
@Bin(B206); @Bin(B207); @Bin(B208); @Bin(B209); @Bin(B210); @Bin(B211);
@Bin(B212); @Bin(B213); @Bin(B214); @Bin(B215); @Bin(B216); @Bin(B217);
@Bin(B218); @Bin(B219); @Bin(B220); @Bin(B221); @Bin(B222); @Bin(B223);
@Bin(B224); @Bin(B225); @Bin(B226); @Bin(B227); @Bin(B228); @Bin(B229);
@Bin(B230); @Bin(B231); @Bin(B232); @Bin(B233); @Bin(B234); @Bin(B235);
@Bin(B236); @Bin(B237); @Bin(B238); @Bin(B239); @Bin(B240); @Bin(B241);
@Bin(B242); @Bin(B243); @Bin(B244); @Bin(B245); @Bin(B246); @Bin(B247);
@Bin(B248); @Bin(B249); @Bin(B250); @Bin(B251); @Bin(B252); @Bin(B253);
@Bin(B254); @Bin(B255); @Bin(B256); @Bin(B257); @Bin(B258); @Bin(B259);
@Bin(B260); @Bin(B261); @Bin(B262); @Bin(B263); @Bin(B264); @Bin(B265);
@Bin(B266); @Bin(B267); @Bin(B268); @Bin(B269); @Bin(B270); @Bin(B271);
@Bin(B272); @Bin(B273); @Bin(B274); @Bin(B275); @Bin(B276); @Bin(B277);
@Bin(B278); @Bin(B279); @Bin(B280); @Bin(B281); @Bin(B282); @Bin(B283);
@Bin(B284); @Bin(B285); @Bin(B286); @Bin(B287); @Bin(B288); @Bin(B289);
@Bin(B290); @Bin(B291); @Bin(B292); @Bin(B293); @Bin(B294); @Bin(B295);
@Bin(B296); @Bin(B297); @Bin(B298); @Bin(B299); @Bin(B300); @Bin(B301);
@Bin(B302); @Bin(B303); @Bin(B304); @Bin(B305); @Bin(B306); @Bin(B307);
@Bin(B308); @Bin(B309); @Bin(B310); @Bin(B311); @Bin(B312); @Bin(B313);
@Bin(B314); @Bin(B315); @Bin(B316); @Bin(B317); @Bin(B318); @Bin(B319);



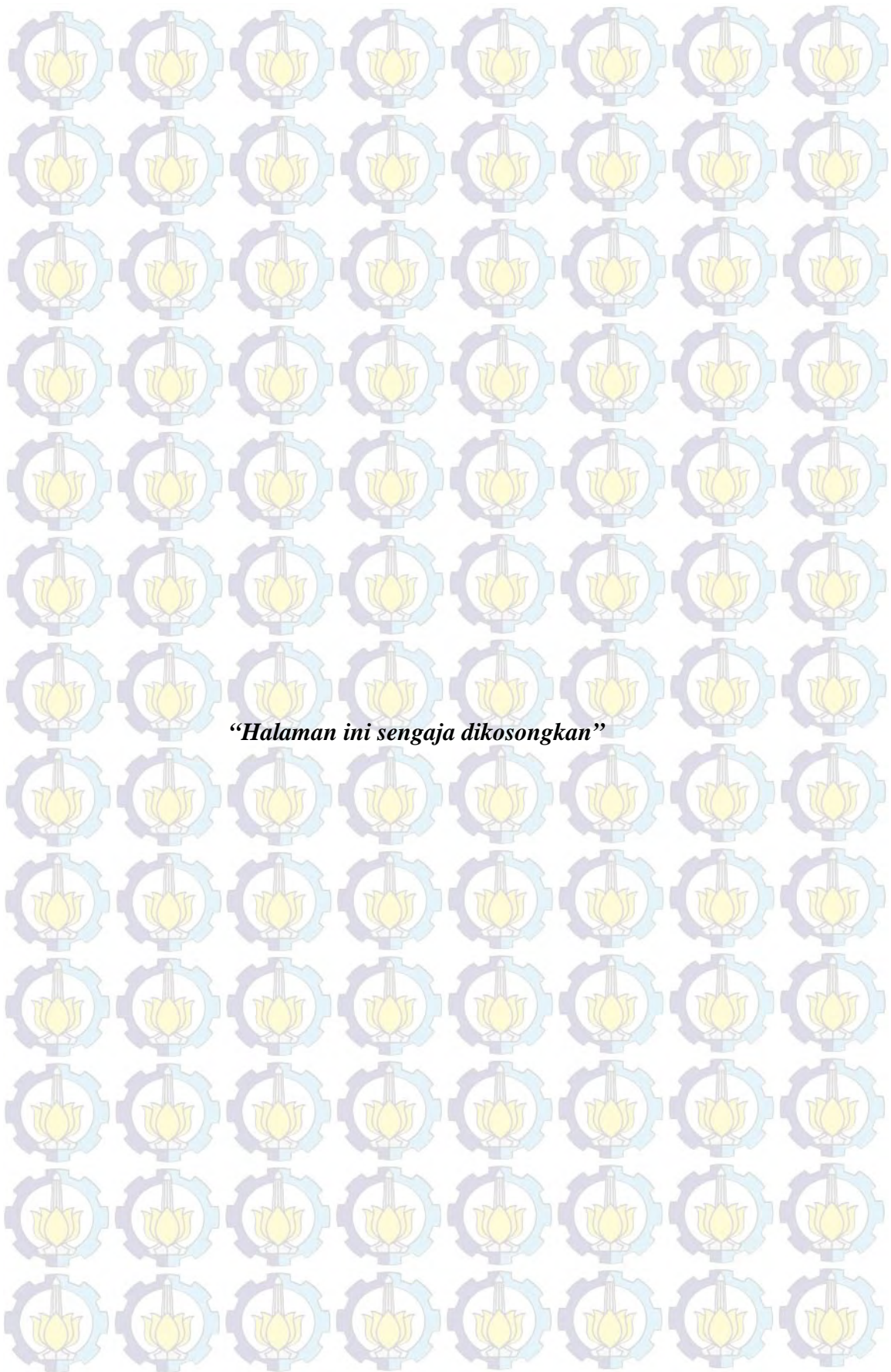
@Bin(B320); @Bin(B321); @Bin(B322); @Bin(B323); @Bin(B324); @Bin(B325);
@Bin(B326); @Bin(B327); @Bin(B328); @Bin(B329); @Bin(B330); @Bin(B331);
@Bin(B332); @Bin(B333); @Bin(B334); @Bin(B335); @Bin(B336); @Bin(B337);
@Bin(B338); @Bin(B339); @Bin(B340); @Bin(B341); @Bin(B342); @Bin(B343);
@Bin(B344); @Bin(B345); @Bin(B346); @Bin(B347); @Bin(B348); @Bin(B349);
@Bin(B350); @Bin(B351); @Bin(B352); @Bin(B353); @Bin(B354); @Bin(B355);
@Bin(B356); @Bin(B357); @Bin(B358); @Bin(B359); @Bin(B360); @Bin(B361);
@Bin(B362); @Bin(B363); @Bin(B364); @Bin(B365); @Bin(B366); @Bin(B367);
@Bin(B368); @Bin(B369); @Bin(B370); @Bin(B371); @Bin(B372); @Bin(B373);
@Bin(B374); @Bin(B375); @Bin(B376); @Bin(B377); @Bin(B378); @Bin(B379);
@Bin(B380); @Bin(B381); @Bin(B382); @Bin(B383); @Bin(B384); @Bin(B385);
@Bin(B386); @Bin(B387); @Bin(B388); @Bin(B389); @Bin(B390); @Bin(B391);
@Bin(B392); @Bin(B393); @Bin(B394); @Bin(B395); @Bin(B396); @Bin(B397);
@Bin(B398); @Bin(B399); @Bin(B400); @Bin(B401); @Bin(B402); @Bin(B403);
@Bin(B404); @Bin(B405); @Bin(B406); @Bin(B407); @Bin(B408); @Bin(B409);
@Bin(B410); @Bin(B411); @Bin(B412); @Bin(B413); @Bin(B414); @Bin(B415);
@Bin(B416); @Bin(B417); @Bin(B418); @Bin(B419); @Bin(B420); @Bin(B421);
@Bin(B422); @Bin(B423); @Bin(B424); @Bin(B425); @Bin(B426); @Bin(B427);
@Bin(B428); @Bin(B429); @Bin(B430); @Bin(B431); @Bin(B432); @Bin(B433);
@Bin(B434); @Bin(B435); @Bin(B436); @Bin(B437); @Bin(B438); @Bin(B439);
@Bin(B440); @Bin(B441); @Bin(B442); @Bin(B443); @Bin(B444); @Bin(B445);
@Bin(B446); @Bin(B447); @Bin(B448); @Bin(B449); @Bin(B450); @Bin(B451);
@Bin(B452); @Bin(B453); @Bin(B454); @Bin(B455); @Bin(B456); @Bin(B457);

!Integer value only;

@Gin(X1); @Gin(X2); @Gin(X3); @Gin(X4); @Gin(X5); @Gin(X6); @Gin(X7);
@Gin(X8); @Gin(X9); @Gin(X10) ;@Gin(X11); @Gin(X12); @Gin(X13);
@Gin(X14); @Gin(X15); @Gin(X16); @Gin(X17); @Gin(X18); @Gin(X19);
@Gin(X20); @Gin(X21); @Gin(X22); @Gin(X23); @Gin(X24); @Gin(X25);
@Gin(X26); @Gin(X27); @Gin(X28); @Gin(X29); @Gin(X30); @Gin(X31);
@Gin(X32); @Gin(X33); @Gin(X34); @Gin(X35); @Gin(X36); @Gin(X37);
@Gin(X38); @Gin(X39); @Gin(X40); @Gin(X41); @Gin(X42); @Gin(X43);
@Gin(X44); @Gin(X45); @Gin(X46); @Gin(X47); @Gin(X48); @Gin(X49);
@Gin(X50); @Gin(X51); @Gin(X52); @Gin(X53); @Gin(X54); @Gin(X55);
@Gin(X56); @Gin(X57); @Gin(X58); @Gin(X59); @Gin(X60); @Gin(X61);
@Gin(X62); @Gin(X63); @Gin(X64); @Gin(X65); @Gin(X66); @Gin(X67);
@Gin(X68); @Gin(X69); @Gin(X70); @Gin(X71); @Gin(X72); @Gin(X73);
@Gin(X74); @Gin(X75); @Gin(X76); @Gin(X77); @Gin(X78); @Gin(X79);
@Gin(X80); @Gin(X81); @Gin(X82); @Gin(X83); @Gin(X84); @Gin(X85);
@Gin(X86); @Gin(X87); @Gin(X88); @Gin(X89); @Gin(X90); @Gin(X91);
@Gin(X92); @Gin(X93); @Gin(X94); @Gin(X95); @Gin(X96); @Gin(X97);
@Gin(X98); @Gin(X99); @Gin(X100);@Gin(X101); @Gin(X102); @Gin(X103);
@Gin(X104); @Gin(X105); @Gin(X106); @Gin(X107); @Gin(X108);
@Gin(X109); @Gin(X110); @Gin(X111); @Gin(X112); @Gin(X113);
@Gin(X114); @Gin(X115); @Gin(X116); @Gin(X117); @Gin(X118);
@Gin(X119); @Gin(X120); @Gin(X121); @Gin(X122); @Gin(X123);
@Gin(X124); @Gin(X125); @Gin(X126); @Gin(X127); @Gin(X128);
@Gin(X129); @Gin(X130); @Gin(X131); @Gin(X132); @Gin(X133);
@Gin(X134); @Gin(X135); @Gin(X136); @Gin(X137); @Gin(X138);
@Gin(X139); @Gin(X140); @Gin(X141); @Gin(X142); @Gin(X143);
@Gin(X144); @Gin(X145); @Gin(X146); @Gin(X147); @Gin(X148);
@Gin(X149); @Gin(X150); @Gin(X151); @Gin(X152); @Gin(X153);
@Gin(X154); @Gin(X155); @Gin(X156); @Gin(X157); @Gin(X158);
@Gin(X159); @Gin(X160); @Gin(X161); @Gin(X162); @Gin(X163);
@Gin(X164); @Gin(X165); @Gin(X166); @Gin(X167); @Gin(X168);
@Gin(X169); @Gin(X170); @Gin(X171); @Gin(X172); @Gin(X173);
@Gin(X174); @Gin(X175); @Gin(X176); @Gin(X177); @Gin(X178);
@Gin(X179); @Gin(X180); @Gin(X181); @Gin(X182); @Gin(X183);
@Gin(X184); @Gin(X185); @Gin(X186); @Gin(X187); @Gin(X188);
@Gin(X189); @Gin(X190); @Gin(X191); @Gin(X192); @Gin(X193);
@Gin(X194); @Gin(X195); @Gin(X196); @Gin(X197); @Gin(X198);



@Gin(X389); @Gin(X390); @Gin(X391); @Gin(X392); @Gin(X393);
@Gin(X394); @Gin(X395); @Gin(X396); @Gin(X397); @Gin(X398);
@Gin(X399); @Gin(X400); @Gin(X401); @Gin(X402); @Gin(X403);
@Gin(X404); @Gin(X405); @Gin(X406); @Gin(X407); @Gin(X408);
@Gin(X409); @Gin(X410); @Gin(X411); @Gin(X412); @Gin(X413);
@Gin(X414); @Gin(X415); @Gin(X416); @Gin(X417); @Gin(X418);
@Gin(X419); @Gin(X420); @Gin(X421); @Gin(X422); @Gin(X423);
@Gin(X424); @Gin(X425); @Gin(X426); @Gin(X427); @Gin(X428);
@Gin(X429); @Gin(X430); @Gin(X431); @Gin(X432); @Gin(X433);
@Gin(X434); @Gin(X435); @Gin(X436); @Gin(X437); @Gin(X438);
@Gin(X439); @Gin(X440); @Gin(X441); @Gin(X442); @Gin(X443);
@Gin(X444); @Gin(X445); @Gin(X446); @Gin(X447); @Gin(X448);
@Gin(X449); @Gin(X450); @Gin(X451); @Gin(X452); @Gin(X453);
@Gin(X454); @Gin(X455); @Gin(X456); @Gin(X457);



Gambar L1.317 Pola Potong 317

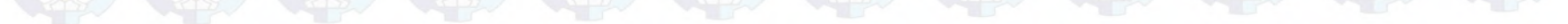
Gambar L1.324 Pola Potong 324

Gambar L1.325 Pola Potong 325

Gambar L1.331 Pola Potong 331

17	20	20	20	17	20	20
----	----	----	----	----	----	----

ambar L1.332 Pola Potong 332



424

[illegible]

Gambar L1.340 Pola Potong 340

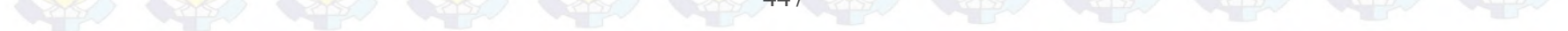
Gambar L1.343 Pola Potong 343

Gambar L1.352 Pola Potong 352

Gambar L1.354 Pola Potong 354

17	20	20	20	20	20
17	20	20	20	20	20

ambar L1.355 Pola Potong 355



447

Gambar L1.361 Pola Potong 361

Gambar L1.421 Pola Potong 421

Gambar L1.421 Pola Potong 421

Lampiran 4

Hasil *Running Model Matematis* dalam *Software Lingo 11*

Global optimal solution found.

Objective value: 3752241.

Objective bound: 3752238.

Infeasibilities: 0.000000

Extended solver steps: 466

Total solver iterations: 3777

Variable	Value	Reduced Cost
X32	2.000000	188592.0
X33	9.000000	193920.0
X38	26.00000	35664.00
X64	4.000000	99312.00
X65	3.000000	101760.0
A	15.00000	0.000000
B32	1.000000	1.000000
B33	1.000000	1.000000
B38	1.000000	1.000000
B64	1.000000	1.000000
B65	1.000000	1.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	0.000000
13	0.000000	0.000000
14	0.000000	0.000000
15	0.000000	0.000000
16	0.000000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	0.000000	0.000000
20	0.000000	0.000000
21	0.000000	0.000000
22	0.000000	0.000000
23	0.000000	0.000000
24	0.000000	0.000000
25	0.000000	0.000000
26	0.000000	0.000000
27	0.000000	0.000000
28	0.000000	0.000000
29	0.000000	0.000000
30	0.000000	0.000000

31	0.000000	0.000000
32	0.000000	0.000000
33	0.000000	0.000000
34	0.000000	0.000000
35	0.000000	0.000000
36	0.000000	0.000000
37	0.000000	0.000000
38	0.000000	0.000000
39	0.000000	0.000000
40	0.000000	0.000000
41	0.000000	0.000000
44	0.000000	0.000000
45	0.000000	0.000000
46	0.000000	0.000000
47	0.000000	0.000000
49	0.000000	0.000000
50	0.000000	0.000000
51	0.000000	0.000000
52	0.000000	0.000000
53	0.000000	0.000000
54	0.000000	0.000000
55	0.000000	0.000000
56	0.000000	0.000000
57	0.000000	0.000000
58	0.000000	0.000000
59	0.000000	0.000000
60	0.000000	0.000000
61	0.000000	0.000000
62	0.000000	0.000000
63	0.000000	0.000000
64	0.000000	0.000000
65	0.000000	0.000000
66	0.000000	0.000000
67	0.000000	0.000000
68	0.000000	0.000000
69	0.000000	0.000000
70	0.000000	0.000000
71	0.000000	0.000000
72	0.000000	0.000000
73	0.000000	0.000000
76	0.000000	0.000000
77	0.000000	0.000000
78	0.000000	0.000000
79	0.000000	0.000000
80	0.000000	0.000000
81	0.000000	0.000000
82	0.000000	0.000000
83	0.000000	0.000000
84	0.000000	0.000000
85	0.000000	0.000000
86	0.000000	0.000000
87	0.000000	0.000000
88	0.000000	0.000000

				89	0.000000		0.000000
				90	0.000000		0.000000
				91	0.000000		0.000000
				92	0.000000		0.000000
				93	0.000000		0.000000
				94	0.000000		0.000000
				95	0.000000		0.000000
				96	0.000000		0.000000
				97	0.000000		0.000000
				98	0.000000		0.000000
				99	0.000000		0.000000
				100	0.000000		0.000000
				101	0.000000		0.000000
				102	0.000000		0.000000
				103	0.000000		0.000000
				104	0.000000		0.000000
				105	0.000000		0.000000
				106	0.000000		0.000000
				107	0.000000		0.000000
				108	0.000000		0.000000
				109	0.000000		0.000000
				110	0.000000		0.000000
				111	0.000000		0.000000
				112	0.000000		0.000000
				113	0.000000		0.000000
				114	0.000000		0.000000
				115	0.000000		0.000000
				116	0.000000		0.000000
				117	0.000000		0.000000
				118	0.000000		0.000000
				119	0.000000		0.000000
				120	0.000000		0.000000
				121	0.000000		0.000000
				122	0.000000		0.000000
				123	0.000000		0.000000
				124	0.000000		0.000000
				125	0.000000		0.000000
				126	0.000000		0.000000
				127	0.000000		0.000000
				128	0.000000		0.000000
				129	0.000000		0.000000
				130	0.000000		0.000000
				131	0.000000		0.000000
				132	0.000000		0.000000
				133	0.000000		0.000000
				134	0.000000		0.000000
				135	0.000000		0.000000
				136	0.000000		0.000000
				137	0.000000		0.000000
				138	0.000000		0.000000
				139	0.000000		0.000000
				140	0.000000		0.000000
				141	0.000000		0.000000

				142	0.000000		0.000000
				143	0.000000		0.000000
				144	0.000000		0.000000
				145	0.000000		0.000000
				146	0.000000		0.000000
				147	0.000000		0.000000
				148	0.000000		0.000000
				149	0.000000		0.000000
				150	0.000000		0.000000
				151	0.000000		0.000000
				152	0.000000		0.000000
				153	0.000000		0.000000
				154	0.000000		0.000000
				155	0.000000		0.000000
				156	0.000000		0.000000
				157	0.000000		0.000000
				158	0.000000		0.000000
				159	0.000000		0.000000
				160	0.000000		0.000000
				161	0.000000		0.000000
				162	0.000000		0.000000
				163	0.000000		0.000000
				164	0.000000		0.000000
				165	0.000000		0.000000
				166	0.000000		0.000000
				167	0.000000		0.000000
				168	0.000000		0.000000
				169	0.000000		0.000000
				170	0.000000		0.000000
				171	0.000000		0.000000
				172	0.000000		0.000000
				173	0.000000		0.000000
				174	0.000000		0.000000
				175	0.000000		0.000000
				176	0.000000		0.000000
				177	0.000000		0.000000
				178	0.000000		0.000000
				179	0.000000		0.000000
				180	0.000000		0.000000
				181	0.000000		0.000000
				182	0.000000		0.000000
				183	0.000000		0.000000
				184	0.000000		0.000000
				185	0.000000		0.000000
				186	0.000000		0.000000
				187	0.000000		0.000000
				188	0.000000		0.000000
				189	0.000000		0.000000
				190	0.000000		0.000000
				191	0.000000		0.000000
				192	0.000000		0.000000
				193	0.000000		0.000000
				194	0.000000		0.000000

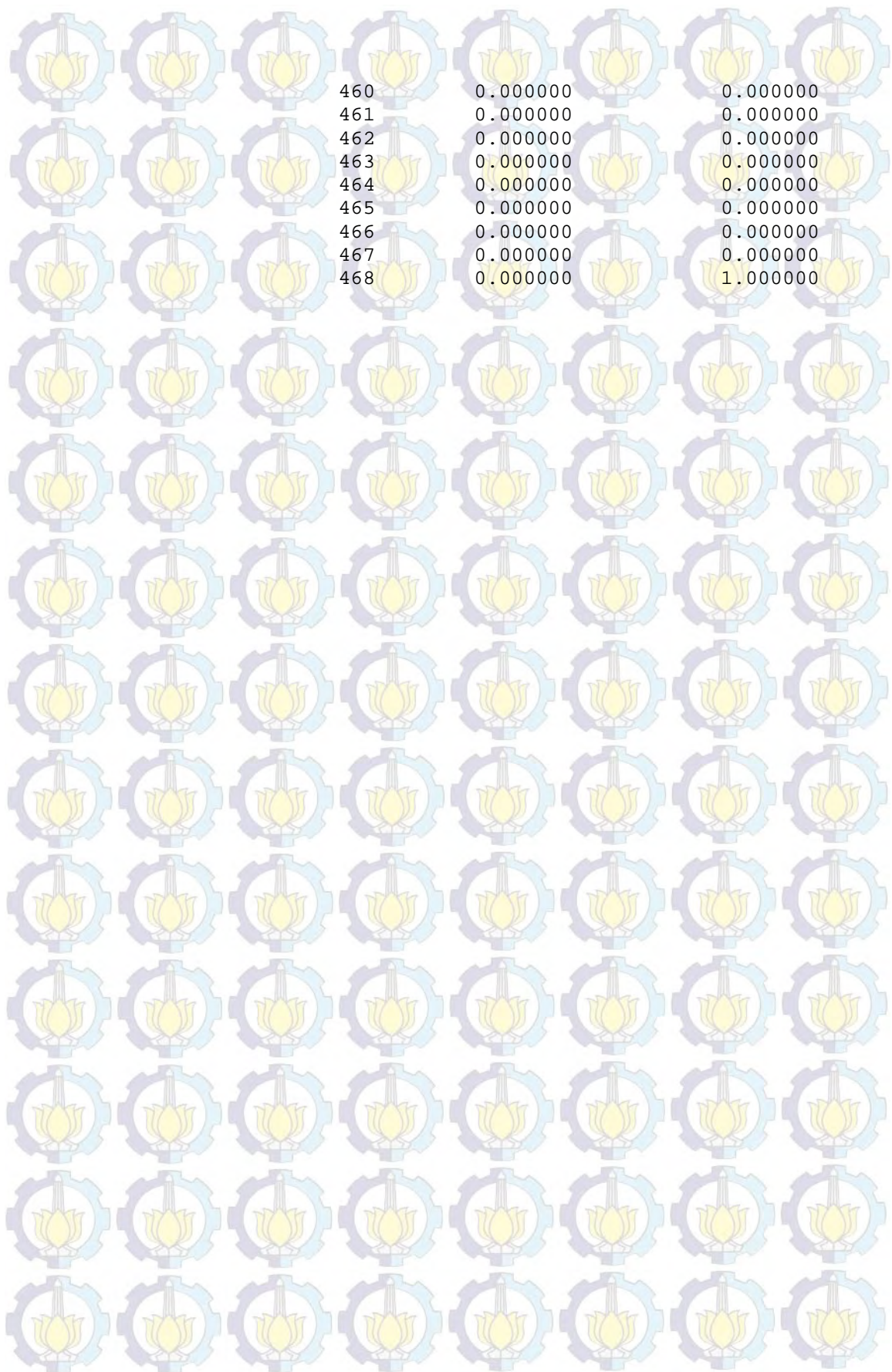
				195	0.000000		0.000000
				196	0.000000		0.000000
				197	0.000000		0.000000
				198	0.000000		0.000000
				199	0.000000		0.000000
				200	0.000000		0.000000
				201	0.000000		0.000000
				202	0.000000		0.000000
				203	0.000000		0.000000
				204	0.000000		0.000000
				205	0.000000		0.000000
				206	0.000000		0.000000
				207	0.000000		0.000000
				208	0.000000		0.000000
				209	0.000000		0.000000
				210	0.000000		0.000000
				211	0.000000		0.000000
				212	0.000000		0.000000
				213	0.000000		0.000000
				214	0.000000		0.000000
				215	0.000000		0.000000
				216	0.000000		0.000000
				217	0.000000		0.000000
				218	0.000000		0.000000
				219	0.000000		0.000000
				220	0.000000		0.000000
				221	0.000000		0.000000
				222	0.000000		0.000000
				223	0.000000		0.000000
				224	0.000000		0.000000
				225	0.000000		0.000000
				226	0.000000		0.000000
				227	0.000000		0.000000
				228	0.000000		0.000000
				229	0.000000		0.000000
				230	0.000000		0.000000
				231	0.000000		0.000000
				232	0.000000		0.000000
				233	0.000000		0.000000
				234	0.000000		0.000000
				235	0.000000		0.000000
				236	0.000000		0.000000
				237	0.000000		0.000000
				238	0.000000		0.000000
				239	0.000000		0.000000
				240	0.000000		0.000000
				241	0.000000		0.000000
				242	0.000000		0.000000
				243	0.000000		0.000000
				244	0.000000		0.000000
				245	0.000000		0.000000
				246	0.000000		0.000000
				247	0.000000		0.000000

				248	0.000000		0.000000
				249	0.000000		0.000000
				250	0.000000		0.000000
				251	0.000000		0.000000
				252	0.000000		0.000000
				253	0.000000		0.000000
				254	0.000000		0.000000
				255	0.000000		0.000000
				256	0.000000		0.000000
				257	0.000000		0.000000
				258	0.000000		0.000000
				259	0.000000		0.000000
				260	0.000000		0.000000
				261	0.000000		0.000000
				262	0.000000		0.000000
				263	0.000000		0.000000
				264	0.000000		0.000000
				265	0.000000		0.000000
				266	0.000000		0.000000
				267	0.000000		0.000000
				268	0.000000		0.000000
				269	0.000000		0.000000
				270	0.000000		0.000000
				271	0.000000		0.000000
				272	0.000000		0.000000
				273	0.000000		0.000000
				274	0.000000		0.000000
				275	0.000000		0.000000
				276	0.000000		0.000000
				277	0.000000		0.000000
				278	0.000000		0.000000
				279	0.000000		0.000000
				280	0.000000		0.000000
				281	0.000000		0.000000
				282	0.000000		0.000000
				283	0.000000		0.000000
				284	0.000000		0.000000
				285	0.000000		0.000000
				286	0.000000		0.000000
				287	0.000000		0.000000
				288	0.000000		0.000000
				289	0.000000		0.000000
				290	0.000000		0.000000
				291	0.000000		0.000000
				292	0.000000		0.000000
				293	0.000000		0.000000
				294	0.000000		0.000000
				295	0.000000		0.000000
				296	0.000000		0.000000
				297	0.000000		0.000000
				298	0.000000		0.000000
				299	0.000000		0.000000
				300	0.000000		0.000000

				301	0.000000	0.000000
				302	0.000000	0.000000
				303	0.000000	0.000000
				304	0.000000	0.000000
				305	0.000000	0.000000
				306	0.000000	0.000000
				307	0.000000	0.000000
				308	0.000000	0.000000
				309	0.000000	0.000000
				310	0.000000	0.000000
				311	0.000000	0.000000
				312	0.000000	0.000000
				313	0.000000	0.000000
				314	0.000000	0.000000
				315	0.000000	0.000000
				316	0.000000	0.000000
				317	0.000000	0.000000
				318	0.000000	0.000000
				319	0.000000	0.000000
				320	0.000000	0.000000
				321	0.000000	0.000000
				322	0.000000	0.000000
				323	0.000000	0.000000
				324	0.000000	0.000000
				325	0.000000	0.000000
				326	0.000000	0.000000
				327	0.000000	0.000000
				328	0.000000	0.000000
				329	0.000000	0.000000
				330	0.000000	0.000000
				331	0.000000	0.000000
				332	0.000000	0.000000
				333	0.000000	0.000000
				334	0.000000	0.000000
				335	0.000000	0.000000
				336	0.000000	0.000000
				337	0.000000	0.000000
				338	0.000000	0.000000
				339	0.000000	0.000000
				340	0.000000	0.000000
				341	0.000000	0.000000
				342	0.000000	0.000000
				343	0.000000	0.000000
				344	0.000000	0.000000
				345	0.000000	0.000000
				346	0.000000	0.000000
				347	0.000000	0.000000
				348	0.000000	0.000000
				349	0.000000	0.000000
				350	0.000000	0.000000
				351	0.000000	0.000000
				352	0.000000	0.000000
				353	0.000000	0.000000

				354	0.000000		0.000000
				355	0.000000		0.000000
				356	0.000000		0.000000
				357	0.000000		0.000000
				358	0.000000		0.000000
				359	0.000000		0.000000
				360	0.000000		0.000000
				361	0.000000		0.000000
				362	0.000000		0.000000
				363	0.000000		0.000000
				364	0.000000		0.000000
				365	0.000000		0.000000
				366	0.000000		0.000000
				367	0.000000		0.000000
				368	0.000000		0.000000
				369	0.000000		0.000000
				370	0.000000		0.000000
				371	0.000000		0.000000
				372	0.000000		0.000000
				373	0.000000		0.000000
				374	0.000000		0.000000
				375	0.000000		0.000000
				376	0.000000		0.000000
				377	0.000000		0.000000
				378	0.000000		0.000000
				379	0.000000		0.000000
				380	0.000000		0.000000
				381	0.000000		0.000000
				382	0.000000		0.000000
				383	0.000000		0.000000
				384	0.000000		0.000000
				385	0.000000		0.000000
				386	0.000000		0.000000
				387	0.000000		0.000000
				388	0.000000		0.000000
				389	0.000000		0.000000
				390	0.000000		0.000000
				391	0.000000		0.000000
				392	0.000000		0.000000
				393	0.000000		0.000000
				394	0.000000		0.000000
				395	0.000000		0.000000
				396	0.000000		0.000000
				397	0.000000		0.000000
				398	0.000000		0.000000
				399	0.000000		0.000000
				400	0.000000		0.000000
				401	0.000000		0.000000
				402	0.000000		0.000000
				403	0.000000		0.000000
				404	0.000000		0.000000
				405	0.000000		0.000000
				406	0.000000		0.000000

				407	0.000000		0.000000
				408	0.000000		0.000000
				409	0.000000		0.000000
				410	0.000000		0.000000
				411	0.000000		0.000000
				412	0.000000		0.000000
				413	0.000000		0.000000
				414	0.000000		0.000000
				415	0.000000		0.000000
				416	0.000000		0.000000
				417	0.000000		0.000000
				418	0.000000		0.000000
				419	0.000000		0.000000
				420	0.000000		0.000000
				421	0.000000		0.000000
				422	0.000000		0.000000
				423	0.000000		0.000000
				424	0.000000		0.000000
				425	0.000000		0.000000
				426	0.000000		0.000000
				427	0.000000		0.000000
				428	0.000000		0.000000
				429	0.000000		0.000000
				430	0.000000		0.000000
				431	0.000000		0.000000
				432	0.000000		0.000000
				433	0.000000		0.000000
				434	0.000000		0.000000
				435	0.000000		0.000000
				436	0.000000		0.000000
				437	0.000000		0.000000
				438	0.000000		0.000000
				439	0.000000		0.000000
				440	0.000000		0.000000
				441	0.000000		0.000000
				442	0.000000		0.000000
				443	0.000000		0.000000
				444	0.000000		0.000000
				445	0.000000		0.000000
				446	0.000000		0.000000
				447	0.000000		0.000000
				448	0.000000		0.000000
				449	0.000000		0.000000
				450	0.000000		0.000000
				451	0.000000		0.000000
				452	0.000000		0.000000
				453	0.000000		0.000000
				454	0.000000		0.000000
				455	0.000000		0.000000
				456	0.000000		0.000000
				457	0.000000		0.000000
				458	0.000000		0.000000
				459	0.000000		0.000000



Gambar L1.439 Pola Potong 439

BIOGRAFI PENULIS

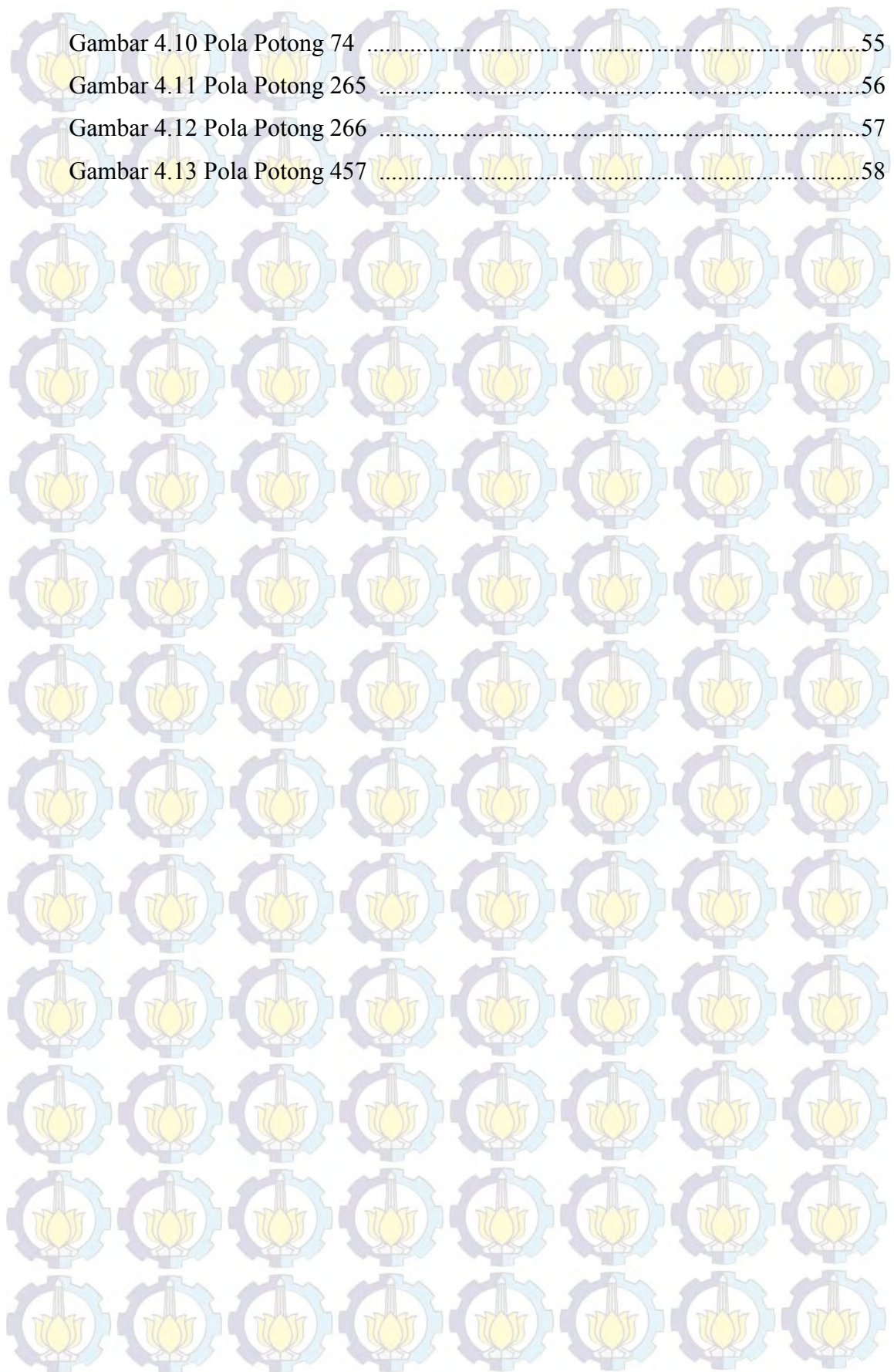


Andri Sanjaya lahir di Banjarmasin pada tanggal 31 Januari 1987. Penulis tumbuh besar di pulau Kalimantan, akan tetapi penulis bercita-cita untuk menempuh pendidikan S1 di pulau Jawa. Oleh karena itu penulis memutuskan untuk hijrah ke pulau Jawa pada tahun 2005. Penulis menempuh pendidikan S1 Teknik Mesin di Universitas Kristen Petra pada tahun 2005. Setelah lulus S1, penulis pun mulai meniti karir sebagai salah satu staff PPC dari sebuah industri manufaktur mesin-mesin pertanian. Di sela-sela kesibukannya dalam bidang manufaktur, penulis menyempatkan diri untuk melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Program Studi Magister Manajemen Teknologi Bidang Keahlian Manajemen Industri pada tahun 2012. Melalui penelitian ini, maka penulis telah menyelesaikan studi di Magister Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan penulis berharap bisa menjadi inspirasi bagi peneliti lainnya dalam perannya menyumbang ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi negeri ini, Indonesia.

Gambar L1.448 Pola Potong 448

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alternatif Definisi Manufaktur sebagai Proses Teknologi.....	7
Gambar 2.2 Alternatif Definisi Manufaktur sebagai Proses Ekonomi	8
Gambar 2.3 Mesin Potong <i>Guillotine</i> Manual	10
Gambar 2.4 Pengguntingan Logam Lembaran di antara Dua Tepi Potong	11
Gambar 2.5 Karakteristik Tepi Guntingan Lembaran Benda Kerja	11
Gambar 2.6 Operasi Pengguntingan: (a) Pandangan Samping, (b) Pandangan Depan	12
Gambar 2.7 (a) <i>Blanking</i> , (b) <i>Punching</i>	13
Gambar 2.8 Akibat dari <i>Clearance</i> : (a) <i>Clearance</i> Terlalu Kecil, (b) <i>Clearance</i> Terlalu Besar	14
Gambar 2.9 CNC <i>Plasma Cutter</i>	16
Gambar 3.1 Alur Proses Penelitian	23
Gambar 3.2 Sekuen Pertama Alur Proses Pengolahan Pola	27
Gambar 3.3 Sekuen Kedua Alur Proses Pengolahan Pola	28
Gambar 3.4 Sekuen Ketiga Alur Proses Pengolahan Pola	28
Gambar 3.5 Sekuen Keempat Alur Proses Pengolahan Pola	29
Gambar 3.5 Sekuen Keempat Alur Proses Pengolahan Pola (lanjutan).....	30
Gambar 3.6 Sekuen Kelima Alur Proses Pengolahan Pola	31
Gambar 3.7 Sekuen Keenam Alur Proses Pengolahan Pola	31
Gambar 4.1 <i>Frame Handle</i> Sebuah Traktor	43
Gambar 4.2 <i>Bill of Material</i> dari Komponen <i>Handle</i>	44
Gambar 4.3 Pola Potong 01	48
Gambar 4.4 Pola Potong 02	49
Gambar 4.5 Pola Potong 33	50
Gambar 4.6 Pola Potong 34	51
Gambar 4.7 Pola Potong 65	52
Gambar 4.8 Pola Potong 66	53
Gambar 4.9 Pola Potong 73	54



Gambar 4.10 Pola Potong 74	55
Gambar 4.11 Pola Potong 265	56
Gambar 4.12 Pola Potong 266	57
Gambar 4.13 Pola Potong 457	58



PENENTUAN POLA PEMOTONGAN PELAT LEMBARAN UNTUK MEMINIMALKAN PELAT SISA PADA PT. X DENGAN METODE INTEGER LINEAR PROGRAMMING

Andri Sanjaya¹⁾ dan Abdullah Shahab²⁾

¹⁾ Program Studi Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jl. Cokroaminoto 12A, Surabaya, 60264, Indonesia
e-mail: rhinoriders87@gmail.com

²⁾ Jurusan Manajemen Industri, Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

ABSTRAK

Suatu perusahaan bergerak dalam bidang fabrikasi peralatan-peralatan pertanian. Fabrikasi peralatan-peralatan ini melibatkan penggunaan pelat-pelat dengan berbagai ukuran. Pelat-pelat yang dibutuhkan ini diperoleh dari pemotongan pelat bakalan dengan dimensi tertentu. Pemotongan bakalan pelat menjadi pelat-pelat dengan ukuran tertentu ini seringkali menimbulkan masalah yaitu adanya sisa-sisa pemotongan yang menyebabkan penambahan biaya karena pemborosan bahan. Metode pemotongan pelat yang digunakan di industri sejauh ini hanya memanfaatkan gagasan operator dan pengalaman sehingga sisa pelat hasil pemotongan dirasakan terlalu besar. Suatu metode optimasi menggunakan model *integer programming* diusulkan untuk mengurangi luasan pelat sisa hasil pemotongan. Upaya optimasi ini didahului dengan menentukan langkah heuristik untuk menentukan berbagai pola potong yang bisa dilakukan. Setelah berbagai pola potong ini berhasil ditentukan, maka selanjutnya optimasi meminimalkan sisa pelat potong dilakukan dengan menggunakan model *integer programming*. Beberapa kendala relevan yang terkait dengan masalah ini seperti ketersediaan waktu mesin, ketersediaan sumber daya manusia, jumlah permintaan, dan kendala-kendala lain ditambahkan agar masalah bisa mendekati kondisi yang sebenarnya. Penelitian ini menghasilkan sebuah model matematis yang bisa dimanfaatkan untuk memenuhi permintaan pelat dan secara simultan meminimalkan sisa pelat hasil pemotongan. Aplikasi model untuk suatu persoalan tertentu mampu menghasilkan suatu pola pemotongan dengan luas pelat sisa minimal sebesar 3752241 mm² dengan persentase rendemen rata-rata sebesar 96%.

Kata Kunci: Optimasi, Fabrikasi, Integer Linear Programming, Manajemen Sisa

PENDAHULUAN

Program ketahanan pangan dalam nasional di Indonesia untuk saat ini dikatakan belum terlalu kuat, hal ini berdasarkan masih besarnya volume impor bahan kebutuhan pangan. Secara volume impor tanaman pangan periode Januari sampai dengan Desember tahun 2013 mencapai 13,2 juta ton atau setara dengan US\$ 5,52 miliar (Kementrian Pertanian Republik Indonesia, 2014). Melihat keadaan ini maka PT. Y ikut berperan serta dalam upaya peningkatan produktivitas dari industri pertanian, terutama tanaman pangan. Sumbangsih yang diberikan oleh PT. Y adalah menyediakan mesin-mesin pertanian yang berteknologi unggul.



Untuk menunjang visi dari PT. Y dalam berperan serta dalam peningkatan produktivitas pertanian Indonesia, maka pada tahun 1975 didirikanlah PT. X. Mesin-mesin pertanian yang diproduksi oleh PT. X mencakup dua jenis, yaitu: mesin-mesin pertanian untuk tahap pra-tanam dan mesin-mesin pertanian tahap pasca tanam. Mesin-mesin pertanian yang diproduksi di PT. X menggunakan bahan baku berupa pelat lembaran dengan beberapa ragam ketebalan dan jenis pelat. Di samping menggunakan lembaran pelat, PT. X juga menggunakan berbagai besi lonjoran dengan profil U, profil siku, maupun bundar.

PT. X dalam mengolah pelat lembaran menggunakan mesin potong *shearing* atau yang biasa dikenal dengan mesin *Guillotine*. Pelat-pelat lembaran dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan untuk membentuk suatu sub bagian dari sebuah komponen. Dalam hal ini PT. X harus mampu menentukan pola pemotongan pelat lembaran yang dapat meminimasi sisa pelat yang tidak terpakai tetapi tetap dapat memenuhi permintaan PT. Y.

Metode pemotongan pelat yang digunakan di perusahaan sejauh ini hanya memanfaatkan gagasan operator dan pengalaman. Metode untuk penentuan pola pemotongan pelat yang selama ini dipakai adalah satu jenis ukuran pelat yang diinginkan diatur dengan satu pelat bakalan utuh kemudian menjadi suatu pola pemotongan pelat. Metode yang selama ini dipakai mempunyai kelemahan salah satunya adalah jumlah ukuran pelat yang dihasilkan metode ini berlebih dari jumlah yang diminta dan masih banyak sisa pelat dari pelat bakalan yang dipotong. Hal ini tentunya merugikan bagi PT. X karena jumlah pelat yang diinginkan terlalu banyak dan memerlukan biaya tambahan untuk penyimpanan pelat yang berlebih tersebut serta jumlah pelat sisa yang tidak terkendali dari hasil pemotongan pelat bakalan.

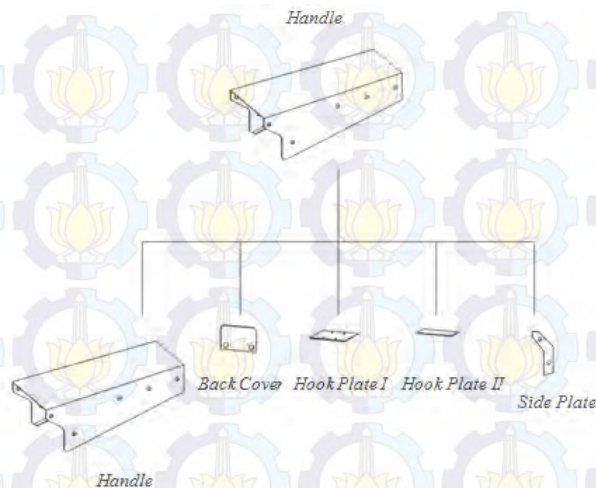
Berdasarkan permasalahan di atas, maka tesis ini diharapkan mampu untuk memecahkan permasalahan bagaimana menentukan pola pemotongan pelat yang meminimumkan sisa pelat, sehingga pelat dapat dimanfaatkan secara maksimal dengan memakai pendekatan Metode *Integer Linear Programming*.

METODE

Penelitian ini dilakukan secara garis besar terdiri atas empat tahap, yaitu penelitian pendahuluan, pembuatan pola-pola pemotongan pelat dengan alur proses pengolahan pola, pengambilan data-data dari pola-pola pemotongan yang ada, serta pembuatan model optimasi, dan melakukan validasi dan analisis sensitivitas terhadap model. Penelitian pendahuluan dilakukan dengan identifikasi masalah, mengumpulkan data, dan menyusun alur proses pengolahan pola. Tahap pembuatan model optimasi terdiri dari mendefinisikan variabel keputusan, menformulasikan fungsi tujuan dan fungsi kendala. Validasi dilakukan agar model dari suatu sistem sudah sesuai dengan sistem nyatanya sehingga diharapkan pengambilan keputusan tentang sistem yang dimodelkan dapat dilakukan dengan tepat, sedangkan analisis sensitivitas dilakukan dengan merubah parameter-parameter untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap solusi optimal.

Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan untuk membantu penyelesaian masalah dalam penelitian ini adalah: data-data ukuran produk pelat yang diambil dari *bill of material* komponen *Handle* yang ditunjukkan pada Gambar 1, jumlah mesin potong yang ada, jumlah karyawan dalam regu potong, ketersediaan pelat bakalan yang tersedia, serta biaya produksi. Data-data tersebut selanjutnya digunakan untuk menyusun model optimasi yang akan digunakan dalam penyelesaian masalah.



Gambar 1 *Bill of Material* dari komponen *Handle*

Tabel 1 *Bill of Material* dari Komponen *Handle*

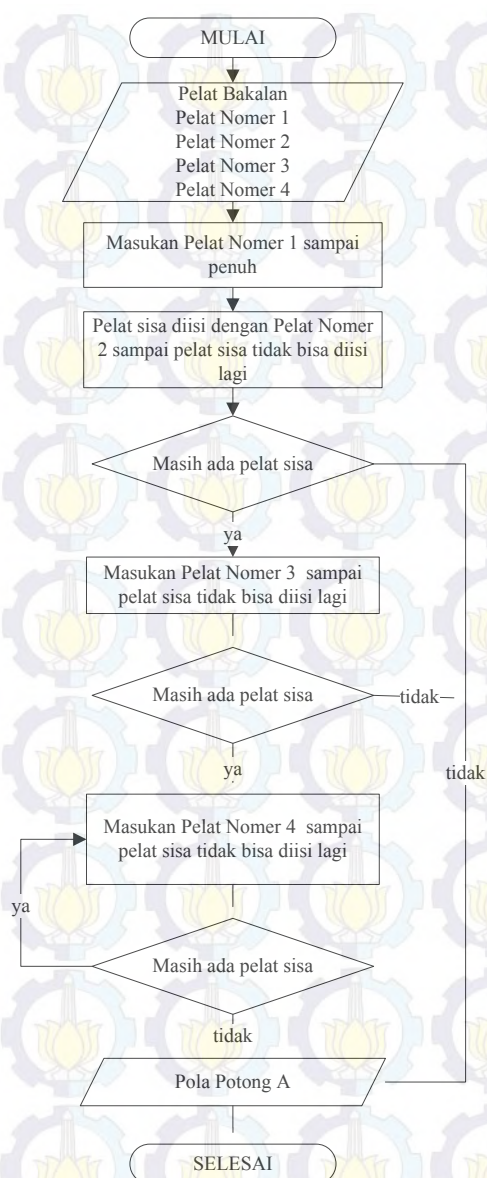
No	Komponen	Sub Komponen	Q/U	Unit	Dimensi $p \times l \times t$ (mm)
1	Handle	Handle	1	bh	600 x 502 x 3
2	Handle	Back Cover	1	bh	144 x 97 x 3
3	Handle	Hook Plate I	1	bh	144 x 60 x 3
4	Handle	Hook Plate II	2	bh	144 x 40 x 3
5	Handle	Side Plate	2	bh	185 x 125 x 2

Pembuatan Pola-pola Potong dengan Alur Proses Pengolahan Pola

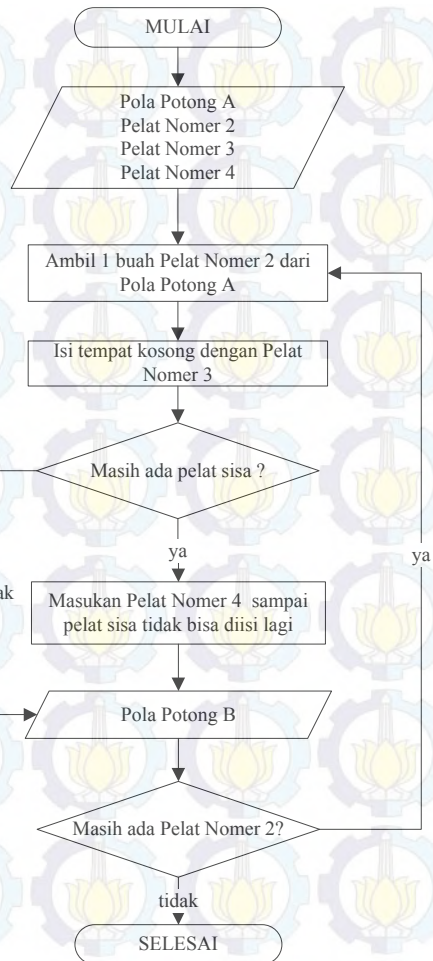
Pembuatan pola-pola potong dengan alur proses pengolahan pola ini dilakukan dengan cara mempersiapkan data ukuran produk pelat dari Tabel 1 menjadi data seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Setelah itu memasukkan data dari Tabel 2 ke dalam alur proses pengolahan pola.

Tabel 2 Data Jenis Pelat Yang Dipotong

No	Jenis Produk Pelat	Dimensi $p \times l \times t$ (mm)	Pengurutan Pelat
1	Ukuran Pelat 1	600 x 502 x 3	Pelat Nomer 1
2	Ukuran Pelat 2	144 x 97 x 3	Pelat Nomer 2
3	Ukuran Pelat 3	144 x 60 x 3	Pelat Nomer 3
4	Ukuran Pelat 4	144 x 40 x 3	Pelat Nomer 4

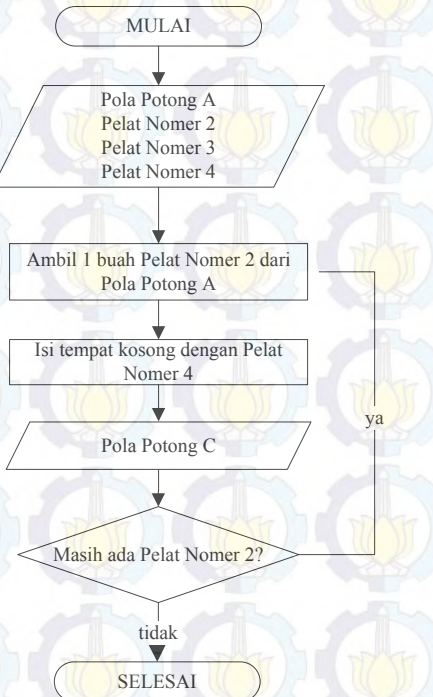


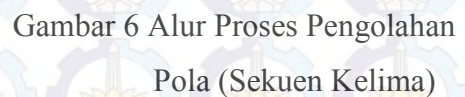
Gambar 2 Alur Proses Pengolahan
Pola (Sekuen Pertama)



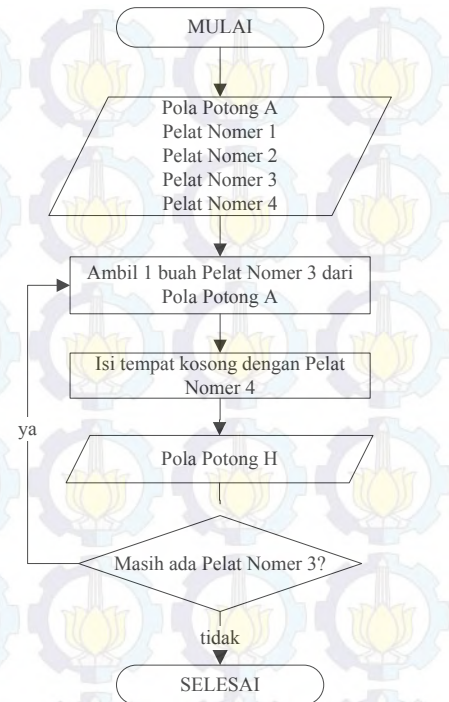
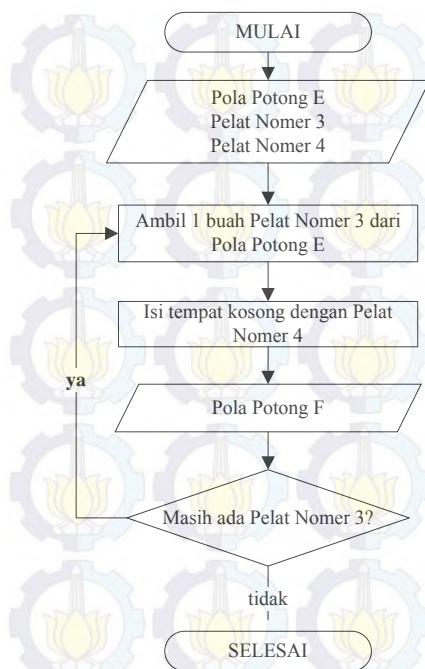
Gambar 3 Alur Proses Pengolahan
Pola (Sekuen Kedua) (atas)

Gambar 4 Alur Proses Pengolahan
Pola (Sekuen Ketiga)
(samping)

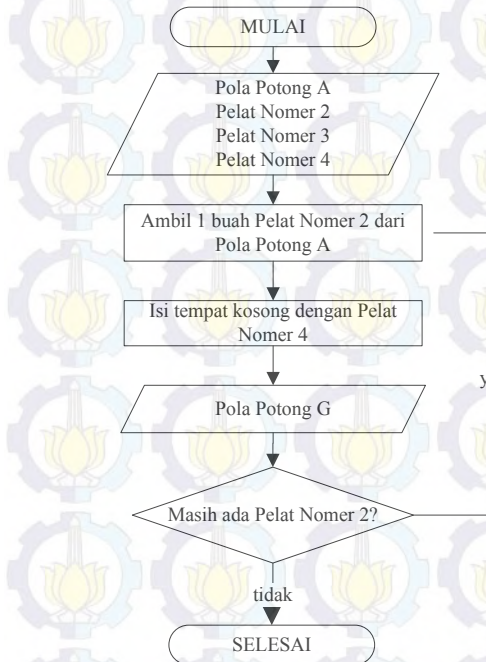




Gambar 5 Alur Proses Pengolahan
Pola (Sekuen Keempat) (samping)



Gambar 9 Alur Proses Pengolahan
Pola (Sekuen Kedelapan)



Gambar 7 Alur Proses Pengolahan
Pola (Sekuen Keenam) (atas)

Gambar 8 Alur Proses Pengolahan
Pola (Sekuen Ketujuh)
(samping)

Pada Gambar 10 menunjukan salah satu contoh dari Pola Potong 1 sampai Pola Potong 457 yang dapat dihasilkan dari Alur Proses Pengolahan Pola tersebut.



2		144	144	144	144	24	144	144	144	24	144	144	144	144	24	144	144	144	24
37		plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3	plat nomer 3
		plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2	plat nomer 2
		plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1					
		plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1				plat nomer 1					

Gambar 10 Contoh Pola Potong: Pola Potong 17



Pengambilan Data-data dari Pola-pola Pemotongan Pelat yang Ada

Pengambilan data-data dari pola-pola pemotongan pelat dilakukan setelah pola-pola pemotongan pelat terbentuk dari tahap sebelumnya. Pada Tabel 3 menunjukkan data proses pemotongan pola potong.

Tabel 3 Proses Pemotongan Pola Potong

	Pola Potong							
	1	2	.	291	292	.	456	457
Ukuran Pelat 1	8	8	.	0	0	.	0	0
Ukuran Pelat 2	32	31	.	0	0	.	0	0
Ukuran Pelat 3	0	1	.	166	165	.	1	0
Ukuran Pelat 4	0	0	.	26	27	.	191	192
Pelat Sisa (mm ²)	23424	28752	.	1,296,000	1,298,880	.	1.771.200	1.774.080
W _i (menit/lembar)	9.8	9.8	.	42.8	42.8	.	49,7	49,8
T _i (menit/lembar)	4.92	4.92	.	21.42	21.42	.	24,83	24,92
R _i (menit/lembar)	7.63	7.63	.	34.27	34.27	.	37,68	37,77
P _i (Rp/lembar)	7426	7426	.	32687	32687	.	37.215	37.325
Jumlah bakalan yang dipotong	X1	X2	.	X291	X292	.	X456	X457

Pembuatan Model Optimasi

Formulasi model matematis dijabarkan sebagai berikut:

1. Variabel keputusan X_j = jumlah pelat bakalan yang akan dipotong dengan pola potong j per hari.
2. Fungsi Tujuan dari permasalahan ini adalah meminimumkan jumlah pelat sisa yang dihasilkan pada pemotongan suatu pelat melalui pola-pola yang telah dibuat, sehingga

$$\text{Min } Z = 23424 \cdot X_1 + 28752 \cdot X_2 + 34080 \cdot X_3 + \dots + 1765440 \cdot X_{454} + 1768320 \cdot X_{455} + 1771200 \cdot X_{456} + 1774080 \cdot X_{457} - A; \quad (1)$$
3. Fungsi Kendala:
 - a. Kendala kebutuhan masing-masing ukuran pelat

Tabel 4 Permintaan Masing-masing Ukuran Pelat

No	Ukuran Pelat	Dimensi $p \times l \times t$ (mm)	Permintaan
1	Ukuran Pelat 1	600 x 502 x 3	350
2	Ukuran Pelat 2	144 x 97 x 3	350
3	Ukuran Pelat 3	144 x 60 x 3	350
4	Ukuran Pelat 4	144 x 40 x 3	700

Fungsi kendala dari kebutuhan masing-masing ukuran pelat dapat ditulis sebagai berikut:

Batasan Permintaan Pelat Ukuran 1:

Pelat Ukuran 1;

$$8 \cdot X_1 + 8 \cdot X_2 + 8 \cdot X_3 + \dots + 0 \cdot X_{455} + 0 \cdot X_{456} + 0 \cdot X_{457} \geq 350 \quad (2)$$

Batasan Permintaan Pelat Ukuran 2:

Pelat Ukuran 2;

$$32 \cdot X_1 + 31 \cdot X_2 + 30 \cdot X_3 + \dots + 0 \cdot X_{455} + 0 \cdot X_{456} + 0 \cdot X_{457} \geq 350; \quad (3)$$

Batasan Permintaan Pelat Ukuran 3:

Pelat Ukuran 3



$$0*X1 + 1*X2 + 2*X3 + + 2*X455 + 1*X456 + 0*X457 \geq 350 \quad (4)$$

Batasan Permintaan Pelat Ukuran 4:
Pelat Ukuran 4

$$0*X1 + 0*X2 + 0*X3 + + 190*X455 + 191*X456 + 192*X457 \geq 700 \quad (5)$$

b. Batasan pada waktu mesin per hari

Fungsi batasan mesin potong adalah sebagai berikut:

$$4.92*X1 + 4.92*X2 + 4.92*X3 + + 24.83*X455 + 24.83*X456 + 24.92*X457 \leq 1920 \quad (6)$$

c. Batasan pada waktu operator pengesetan dan operator pemotongan per hari

1. Batasan waktu operator pengesetan

Fungsi batasan waktu operator pengesetan adalah sebagai berikut:

$$9.8*X1 + 9.8*X2 + 9.8*X3 + + 49.7*X455 + 49.7*X456 + 49.8*X457 \leq 1920 \quad (7)$$

2. Batasan waktu operator pemotongan

Fungsi batasan waktu operator pemotongan adalah sebagai berikut:

$$7.63*X1 + 7.63*X2 + 7.63*X3 + + 37.68*X455 + 37.68*X456 + 37.77*X457 \leq 5760 \quad (8)$$

d. Batasan pada jumlah pelat bakalan yang tersedia per hari

Fungsi batasan dari jumlah pelat bakalan yang tersedia per hari adalah sebagai berikut:

$$X1 + X2 + X3 + + X455 + X456 + X457 \leq 50 \quad (9)$$

e. Batasan pada anggaran biaya produksi per hari

Fungsi batasan pada anggaran biaya produksi per hari dapat ditulis sebagai berikut:

$$7426 *X1 + 7426*X2 + 7426*X3 + + 37215*X455 + 37215*X456 + 37325*X457 \leq 5420000 \quad (10)$$

f. Batasan pada jumlah pola potong yang bisa digunakan per hari

Fungsi batasan pada jumlah total pola potong dalam sehari dapat ditulis sebagai berikut:

$$X1 - 73*B1 < 0$$

$$X2 - 73*B2 < 0$$

$$X3 - 73*B3 < 0$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$X455 - 73*B455 < 0$$

$$X456 - 73*B456 < 0$$

$$X457 - 73*B457 < 0$$

$$B1 + B2 + B3 + + B455 + B456 + B457 + A = 20 \quad (11)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil *running input* pada Software Lingo 11 dari model matematis dapat dilihat pada Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.



Tabel 5. Hasil Pengolahan Data

<i>Obejctive Value: 3752241</i>	
Variabel	Value
X32	2
X33	9
X38	26
X64	4
X65	3

Tabel 6 Kombinasi dan Jumlah Masing-masing Ukuran Pelat dari Tiap-tiap Variabel yang Dihasilkan

Ukuran	Dimensi $p \times l \times t$ (mm)	Variabel X32	Variabel X33	Variabel X38	Variabel X64	Variabel X65
Ukuran Pelat 1	502 x 600 x 3	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	144 x 97 x 3	1	0	27	1	0
Ukuran Pelat 3	144 x 60 x 3	31	32	0	0	0
Ukuran Pelat 4	144 x 40 x 3	0	0	10	62	64

Tabel 7 Jumlah Masing-masing Ukuran Pelat yang Dihasilkan dari Tiap-tiap Variabel

Ukuran	Dimensi $p \times l \times t$ (mm)	X32 dengan 2 lembar	X33 dengan 9 lembar	X38 dengan 26 lembar	X64 dengan 4 lembar	X65 dengan 3 lembar	Hasil
Ukuran Pelat 1	502 x 600 x 3	16	72	208	32	24	352
Ukuran Pelat 2	144 x 97 x 3	2	0	702	4	0	708
Ukuran Pelat 3	144 x 60 x 3	62	288	0	0	0	350
Ukuran Pelat 4	144 x 40 x 3	0	0	260	248	192	700

Melalui *output* hasil *running* model matematis, perusahaan dapat mengetahui berapa banyak pelat bakalan yang akan dipotong pola-pola pemotongan pelat yang dapat meminimasi pelat sisa dari proses pemotongan pelat. Apabila bagian pemotongan melakukan pemotongan dengan hasil output model matematis maka pelat sisa yang dapat ditekan sebesar 3.752.241 mm²



Validasi

Validasi adalah suatu cara yang dipakai untuk meyakinkan bahwa model dari suatu sistem sudah sesuai dengan sistem nyatanya sehingga diharapkan pengambilan keputusan tentang sistem yang dimodelkan dapat dilakukan dengan tepat. Salah satu cara dalam validasi adalah dengan membandingkan output data dengan logika perhitungan sistem nyata. Dalam kondisi nyata pada perusahaan tingkat persentase rendemen penggunaan bahan baku pelat sebesar 80%. Hasil perhitungan rendemen pada masing-masing variabel dan rendemen rata-rata ditampilkan pada Tabel 8.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Luas pelat yang termanfaatkan}}{\text{Luas pelat bakalan mula} - \text{mula}} \times 100\%$$

Tabel 8 Rendemen Masing-masing Variabel

Variabel	Rendemen (%)
X32	93
X33	93
X38	99
X64	97
X65	96
Rendemen Rata-rata	96

Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas digunakan untuk mengetahui seberapa sensitifnya sebuah solusi optimal yang diperoleh bila suatu nilai atau parameter diubah. Jika solusi kurang sensitif, maka para pengambil keputusan dapat lebih nyaman dalam menggunakan solusi tersebut, tapi bila solusi mudah berubah, maka mereka akan berusaha memperoleh estimasi yang lebih tepat pada parameter yang diduga. Kemungkinan perubahan terjadi pada koefisien fungsi objektif atau pada nilai di sisi sebelah kanan sebuah kendala.

Pada penelitian ini digunakan lima skenario uji sensitivitas. Skenario untuk uji sensitivitas ini didasarkan pada perubahan yang mungkin terjadi dalam perusahaan. Kelima skenario uji berikut hasilnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Skenario Uji Sensitivitas Model dan Hasilnya

Skenario Uji	Selisih Pelat Sisa	Keterangan
Jumlah waktu mesin per hari turun 50%	-	Tidak berubah
Jumlah waktu operator pengesetan turun 50%	-	Tidak berubah
Jumlah waktu operator pemotongan turun 50%	-	Tidak berubah
Jumlah waktu mesin, waktu operator pengesetan dan waktu operator pemotongan ditambah lembur 4 jam	-	Tidak berubah
Biaya Produksi naik 15%	-	Tidak berubah

Tabel 10 di atas menunjukkan bila solusi optimal tidak terlalu sensitif atas berubahnya parameter sesuai skenario uji sensitivitas.



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini membuat model matematis *Integer Linear Programming* yang mampu meminimasi luasan pelat sisa.
2. Model Matematis memberikan:
 - a. Luasan pelat sisa yang bisa diminimasi sebesar: 3752241 mm²
 - b. Rendemen: 96%
3. Formulasi matematis yang ada pada tesis ini relatif bersifat insensitif terhadap perubahan beberapa parameter

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

Penelitian lanjutan untuk menciptakan model matematis untuk pemotongan pelat dengan berbagai macam ketebalan pelat dan berbagai ukuran panjang dan lebar.

DAFTAR PUSTAKA

- Mulyono, S. (2002), *Riset Operasi*, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Subagyo, P., A sri, M., Handoko, T. Hani, (2010), *Dasar-Dasar Operation Research* (2nd edition), BPFE, Yogyakarta.
- Taha, H.A, (2007), *Operation Research: An Introduction* (8th edition), Pearson Education, Inc., New Jersey.
- Yuniardi, D. (2011), *Modul Praktikum Proses Produksi*, Petunjuk Praktikum, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Depok.
- Zulfikarijah, F. (2003). *Operation Research*, Bayumedia Publishing, Malang.
- Kementrian Pertanian Republik Indonesia (2014), *Buletin Bulanan Indikator Makro Sektor Pertanian* Vol. III, No. 3, Maret 2014, Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementrian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

PENENTUAN POLA PEMOTONGAN PELAT LEMBARAN UNTUK MEMINIMALKAN PELAT SISA PADA PT. X DENGAN METODE *INTEGER LINEAR PROGRAMMING*

OLEH

ANDRI SANJAYA (9111201404)

Dosen Pembimbing :

Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, M.Sc.

**Program Studi
Magister Manajemen Teknologi Industri
Manajemen Industri
2015**

Latar Belakang

1. PT. Y adalah Bidang Usaha yang bergerak dibidang perdagangan mesin pertanian
2. PT.X adalah anak usaha dari PT. Y yang bergerak dalam industri pertanian
3. PT. X menggunakan pelat lembaran sebagai salah satu bahan baku
4. Belum adanya pola pemotongan yang baku

Latar Belakang

REGU POTONG PADA PT. X



Latar Belakang

REGU POTONG PADA PT. X

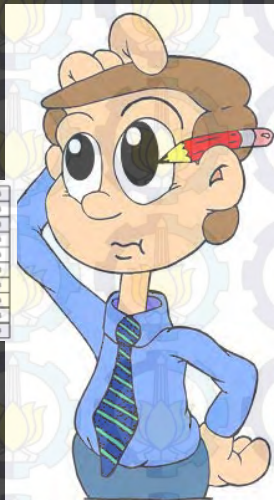
MESIN POTONG GUILLOTINE: 4 UNIT

OPERATOR PEMOTONGAN: 12 ORANG

OPERATOR PENGESETAN: 4 ORANG



OPERATOR PENGESETAN

[illegible][illegible][illegible]

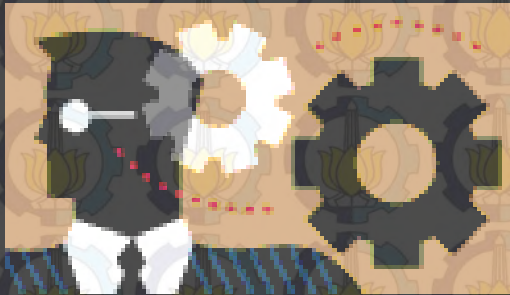
“Bagaimana mencari pola pemotongan pelat yang dapat meminimumkan sisa pelat sehingga diperoleh hasil yang sesuai dengan kebutuhan dengan tetap memenuhi kendala-kendala yang sudah ditentukan”

Batasan Penelitian

1. Pemotongan dilakukan untuk menghasilkan empat ukuran produk pelat
2. Material pelat yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Mild Steel* dengan ukuran tebal sebesar 3 mm
3. Pemotongan menggunakan mesin *Guillotine*



Asumsi Penelitian



1. Pengaruh lingkungan, mesin, dan operator selama penelitian dianggap konstan
2. Jumlah order untuk tipe produk pelat selalu sama
3. Jumlah pelat yang bisa dipasok oleh pemasok berjumlah sama tiap hari
4. Jam kerja per hari dianggap murni delapan jam kerja tanpa ditambah waktu lembur

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan

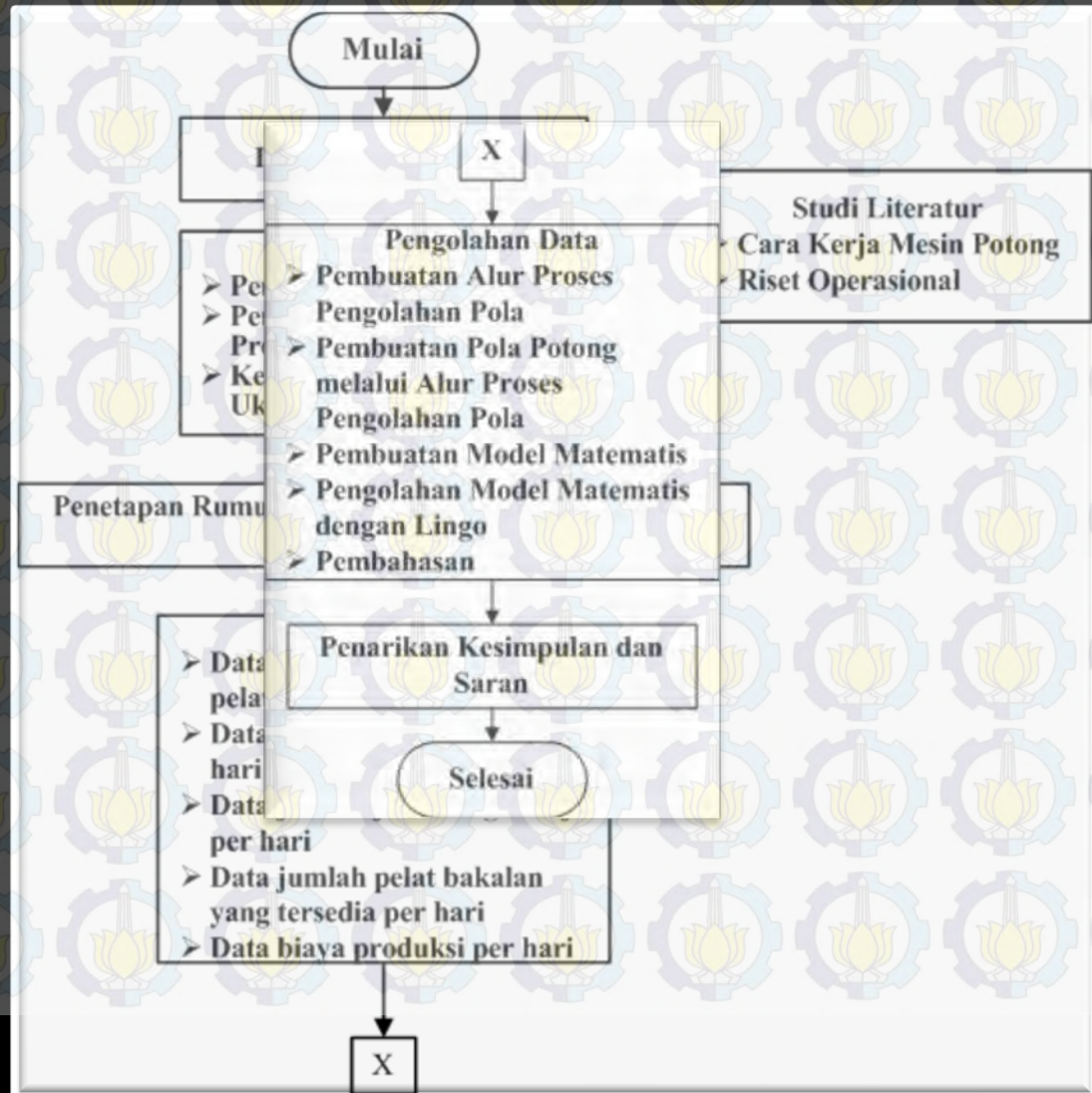
- ❖ Menentukan pola pemotongan pelat yang mampu memenuhi permintaan dan menghasilkan sisa potong minimal serta memenuhi kendala yang lain

Manfaat

1. Bagi pihak perusahaan, penelitian ini dapat dijadikan masukan dan acuan dalam melakukan perencanaan pemotongan bahan baku terutama pemotongan pelat lembaran
2. Memberikan kontribusi pada perusahaan dalam membuat perencanaan penggunaan bahan baku

Metode Penelitian

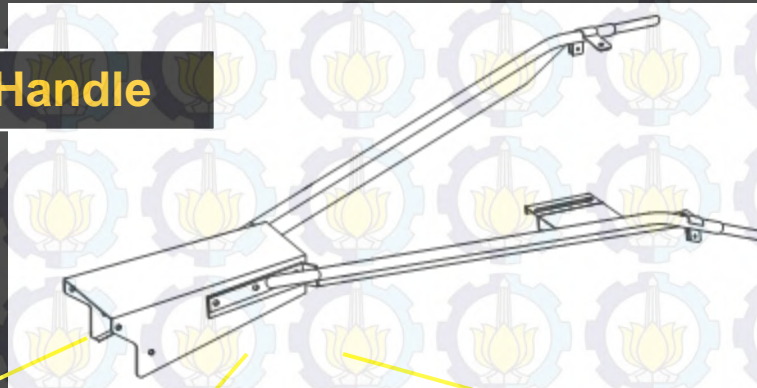
Alur Proses Penelitian



Pengumpulan Data

1. Ukuran-ukuran pelat yang akan dipotong

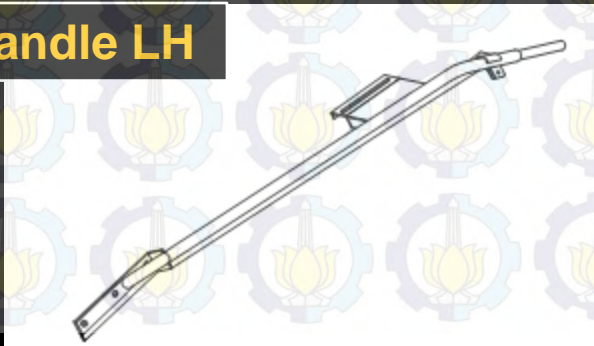
Frame Handle



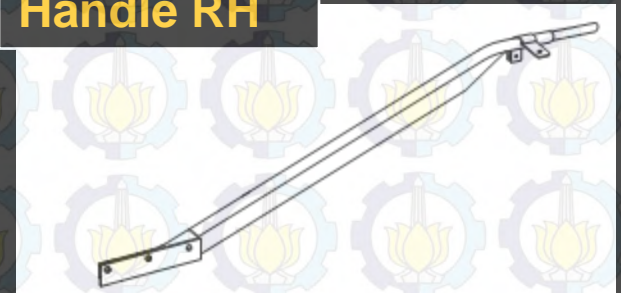
Handle



Handle LH

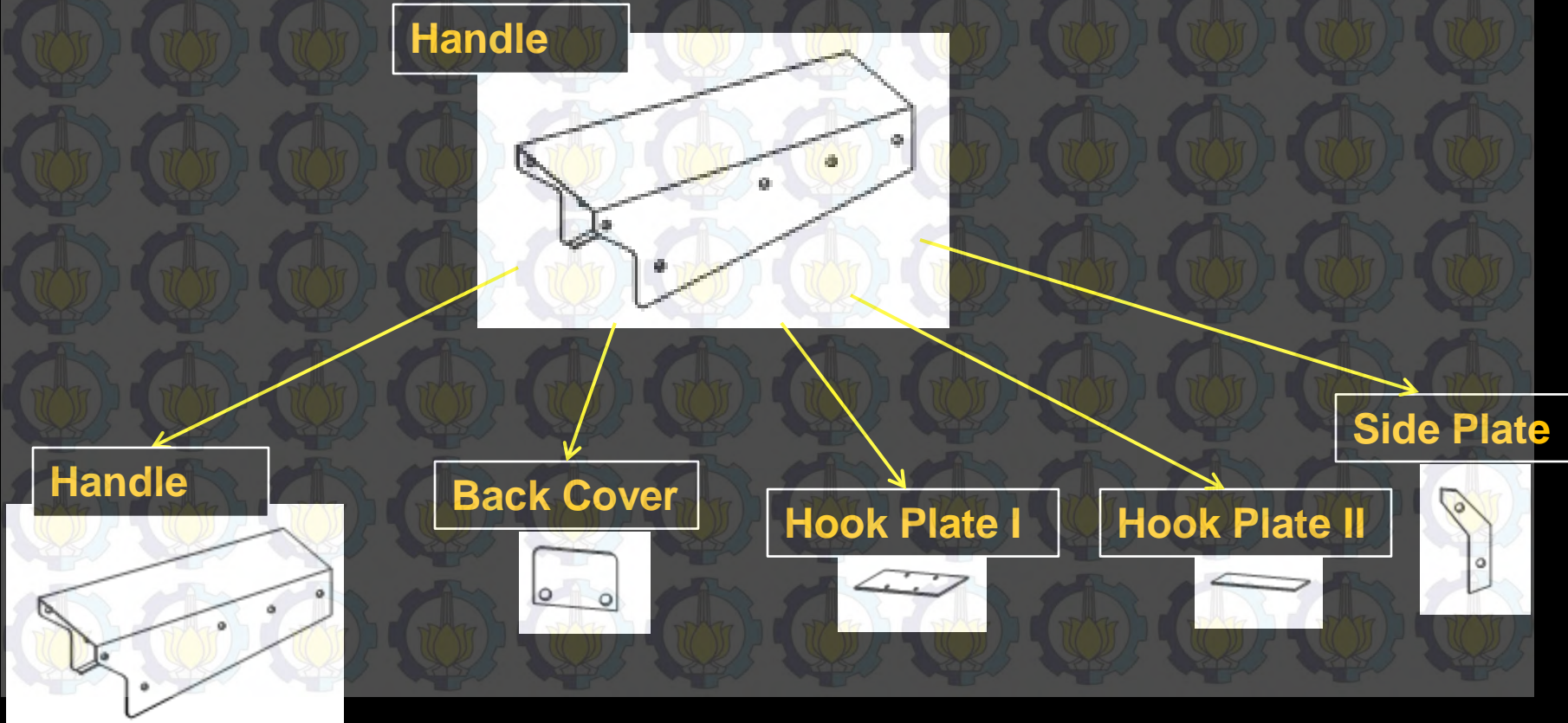


Handle RH



Pengumpulan Data

1. Ukuran-ukuran pelat yang akan dipotong



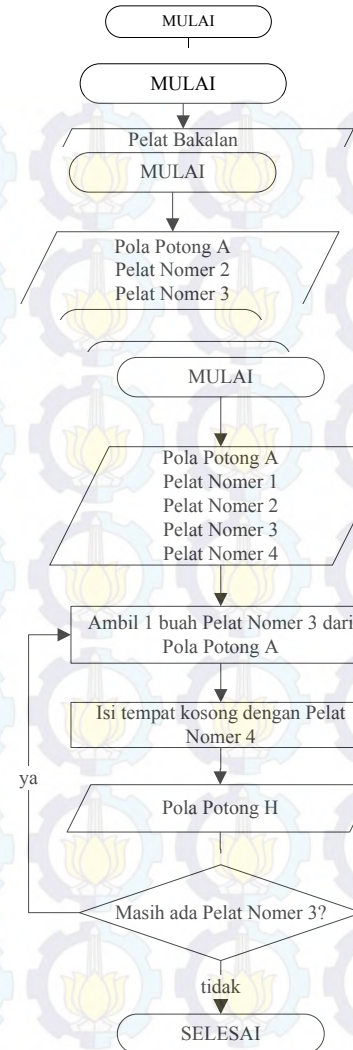
Pengumpulan Data

1. Ukuran-ukuran pelat yang akan dipotong

No	Jenis Produk Pelat	Dimensi (mm)	Pengurutan Pelat
1	Ukuran Pelat 1	600 x 502 x 3	Pelat Nomer 1
2	Ukuran Pelat 2	144 x 97 x 3	Pelat Nomer 2
3	Ukuran Pelat 3	144 x 60 x 3	Pelat Nomer 3
4	Ukuran Pelat 4	144 x 40 x 3	Pelat Nomer 4

Pengumpulan Data

2. Penentuan Pola Pemotongan dengan Alur Proses Pengolahan Pola



Sekuen Ketujuh
Sekuen Kedelapan

Sekuen Kelima
Sekuen Keempat

2. Penentuan Pola Pemotongan dengan Alur Proses Pengolahan Pola

Pola Potong 457

Pengumpulan Data

3. Tabel Proses Pemotongan Pelat

1. Data mengenai jumlah masing-masing pelat ukuran yang dihasilkan.
2. Data luas pelat sisa pada tiap-tiap pola potong.
3. Data waktu yang dibutuhkan untuk mengeset suatu pola potong.
4. Data waktu yang dibutuhkan mesin potong untuk memotong suatu pola potong.
5. Data waktu yang dibutuhkan operator potong untuk memotong suatu pola potong.
6. Data biaya proses yang diperlukan untuk memotong satu pola potong.

Pengumpulan Data

3. Tabel Proses Pemotongan Pelat

	Pola Potong							
	1	2	.	291	292	.	456	457
Ukuran Pelat 1	8	8	.	0	0	.	0	0
Ukuran Pelat 2	32	31	.	0	0	.	0	0
Ukuran Pelat 3	0	1	.	166	165	.	1	0
Ukuran Pelat 4	0	0	.	26	27	.	191	192
Pelat Sisa (mm ²)	23.424	28.752	.	1.296.000	1.298.880	.	1.771.200	1.774.080
W _j (menit/lembar)	9,8	9,8	.	42,8	42,8	.	49,7	49,8
T _j (menit/lembar)	4,92	4,92	.	21,42	21,42	.	24,83	24,92
R _j (menit/lembar)	7,63	7,63	.	34,27	34,27	.	37,68	37,77
P _j (Rp/lembar)	7.426	7.426	.	32.687	32.687	.	37.215	37.325
Jumlah bakalan yang dipotong	X1	X2	.	X291	X292	.	X456	X457

Pengumpulan Data

4. Permodelan Matematis – Fungsi Tujuan

Minimalkan

Minimalkan

$$Z = \sum_{j=1}^n A_j \cdot X_j$$

$$Z = 23424 \cdot X_1 + 28752 \cdot X_2 + 34080 \cdot X_3 + 39408 \cdot X_4 + 44736 \cdot X_5 + 50064 \cdot X_6$$

dengan

$$+ 55392 \cdot X_7 + 60720 \cdot X_8 + 66048 \cdot X_9 +$$

A_j = Luas sisa pemotongan pelat dengan pola

$$71376 \cdot X_{10} + 1768320 \cdot X_{455} +$$

$$1771200 \cdot X_{456} + 1774080 \cdot X_{457} +$$

X_j = Jumlah pelat bahan integer yang akan dipotong dengan pola potong j per hari (lembar/hari).

Pengumpulan Data

4. Permodelan Matematis – Fungsi Kendala

4.1. Batasan jumlah permintaan masing-masing ukuran pelat

No	Ukuran Pelat	Dimensi	Permintaan
		$p \times l \times t$ (mm)	
1	Ukuran Pelat 1	600 x 502 x 3	350
2	Ukuran Pelat 2	144 x 97 x 3	350
3	Ukuran Pelat 3	144 x 60 x 3	350
4	Ukuran Pelat 4	144 x 40 x 3	700

Q_i = Jumlah kebutuhan untuk produk pelat ukuran i (potong/hari)

Pengumpulan Data

4. Permodelan Matematis – Fungsi Kendala

4.1. Batasan jumlah permintaan masing-masing ukuran pelat

!Pelat Ukuran 4;

$$0 \cdot X_1 + 0 \cdot X_2 + 0 \cdot X_3 + 0 \cdot X_4 + 0 \cdot X_5 + 0 \cdot X_6 + 0 \cdot X_7 + 0 \cdot X_8 + 8 \cdot X_9 + 80 \cdot X_{10} + 0 \cdot X_{11} + 0 \cdot X_{455} + 90 \cdot X_{456} + 0 \cdot X_{457} \geq 700;$$

!Pelat Ukuran 2;

$$32*X1 + 31*X2 + 30*X3 + 29*X4 + 28*X5 + 27*X6 + 26*X7 + 25*X8 + 24*X9 + 23*X10 + + 0*X455 + 0*X456 + 0*X457 \geq 350;$$

!Pelat Ukuran 3;

$$0 * X_1 + 1 * X_2 + 2 * X_3 + 3 * X_4 + 4 * X_5 + 5 * X_6 + 6 * X_7 + 7 * X_8 + 8 * X_9 + 9 * X_{10} + \dots + 2 * X_{455} + 1 * X_{456} + 0 * X_{457} \geq 350;$$

Pengumpulan Data

4. Permodelan Matematis – Fungsi Kendala

4.2. Batasan jumlah waktu mesin

!Constraint Functions: Waktu Geslot Potong (T_j);
 $4.92 * X1 + 10.2 * X2 + 4.92 * X3 + 4.92 * X4 + 4.92 * X5 + 4.92 * X6 +$
 $4.92 * X7 + 4.92 * X8 + 4.92 * X9 + 4.92 * X10 + 4.92 * X11 + 4.92 * X12 + 4.92 * X13 + 4.92 * X14 + 4.92 * X15 +$
 $24.83 * X16 \leq 2400$ menit

dengan:

T_j = Waktu potong yang dipakai untuk memotong pelat dengan pola potong j (menit/lembar)

Y = Waktu mesin yang tersedia per hari

Pengumpulan Data

4. Permodelan Matematis – Fungsi Kendala

4.3. Batasan jumlah waktu operator pengesetan pelat

✓ Constraint Operator pengesetan pelat Pengesetan (W_j);

✓ Waktu kerja sehari $9.8 \times 8 \text{ jam} = 9.8 \times 4 \text{ menit} \times X5 + 9.8 \times X6 +$

$9.8 \times X7 + 9.8 \times X8 \text{ waktu operator pengesetan yang tersedia}$

$49.1 \times X4 + 49.1 \times X5 + 49.1 \times X6 + 49.1 \times X7 + 49.1 \times X8 \leq 4800, 1920 \text{ menit}$

dengan:

W_j = Jumlah *man-hour* yang dibutuhkan untuk mengeset pelat yang akan dipotong dengan pola potong j (*man-hour/lembar*).

L = Jumlah *man-hour* yang tersedia untuk proses pengesetan (*man-hour/hari*)

Pengumpulan Data

4. Permodelan Matematis – Fungsi Kendala

4.3.1 Batasan jumlah waktu operator pemotongan pelat

!Constraint Function: Jam Operator Pemotongan (R_j)

✓ Jumlah operator pemotongan pelat = 12 orang

✓ Waktu kerja sehari: 8 jam = 480 menit

✓ Sehingga total waktu operator pemotongan yang tersedia tiap hari adalah $12 \times 480 = 5760$ menit

dengan:

R_j = Jumlah *man-hour* yang dibutuhkan untuk memotong pelat yang akan dipotong dengan pola potong j (*man-hour/lembar*)

K = Jumlah *man-hour* yang tersedia untuk proses pemotongan (*man-hour/hari*)

Pengumpulan Data

4. Permodelan Matematis – Fungsi Kendala

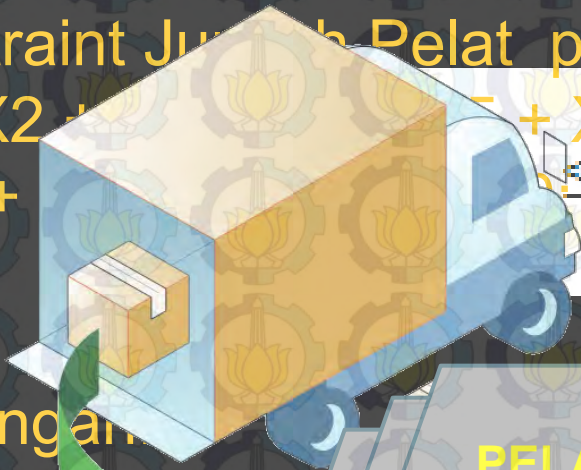
4.4. Batasan jumlah pelat yang tersedia

!Constraint Jumlah Pelat per Hari;

$$X_1 + X_2 + \dots + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + \dots + X_{455} + \dots \leq N = 50 \text{ lembar/hari}$$

dengan

N = jumlah pelat yang tersedia per hari.



PELAT BAKALAN

Pengumpulan Data

4. Permodelan Matematis – Fungsi Kendala

4.5. Batasan Biaya Produksi untuk Regu Potong

!Constraint Function - Biaya Produksi;

$$\begin{aligned} &7426X_1 + 7426X_2 + 7426X_3 + 7426X_4 + 7426X_5 + \\ &7426X_6 + 7426X_7 + 7426X_8 + 7426X_9 + 7426X_{10} + \\ &\dots + 37215X_{456} + 37325X_{457} \leq 5420000; \\ &= \text{Rp } 5.420.000,- / \text{hari} \end{aligned}$$



per hari

Pengumpulan Data

4. Permodelan Matematis – Fungsi Kendala

4.6. Batasan Jumlah Pola Pemotongan Pelat

!Constraint Jumlah Pola per Hari:

$$X_j - U.B_j \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$X_1 - 73*B_1 < 0;$$

$$X_2 - 73*B_2 < 0;$$

$$X_3 - 73*B_3 < 0;$$

$$X_4 - 73*B_4 < 0;$$

$$X_5 - 73*B_5 < 0;$$

$$\sum_{j=1}^n B_j \leq S$$

$$X_{455} - 73*B_{455} < 0;$$

$$X_{456} - 73*B_{456} < 0 \text{ bila } B_{456} \text{ bernilai } 1 \text{ bila pola potong } j$$

$$X_{457} - 73*B_{457} < 0 \text{ bila } B_{457} \text{ bernilai } 1 \text{ bila pola potong } j$$

$$S = \text{Jumlah total pola potong maksimal yang dihasilkan} \\ B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6 + B_7 + B_8 + B_9 + B_{10} \\ + \dots + B_{455} + B_{456} + B_{457} + A = 20;$$

Pengolahan Data dan Analisis Hasil

5. Hasil Perhitungan dan Pembahasan

Objective Value: 3752241	
Variabel	Value
X32	2
X33	9
X38	26
X64	4
X65	3

Pengolahan Data dan Analisis Hasil

5. Hasil Perhitungan dan Pembahasan

Ukuran	Dimensi p x l x t (mm)	Variabel X32	Variabel X33	Variabel X38	Variabel X64	Variabel X65
Ukuran Pelat 1	502 x 600 x 3	8	8	8	8	8
Ukuran Pelat 2	144 x 97 x 3	1	0	27	1	0
Ukuran Pelat 3	144 x 60 x 3	31	32	0	0	0
Ukuran Pelat 4	144 x 40 x 3	0	0	10	62	64

Pengolahan Data dan Analisis Hasil

5. Hasil Perhitungan dan Pembahasan

Ukuran	Dimensi p x l x t (mm)	X32 = 2 lembar	X33 = 9 lembar	X38 = 26 lembar	X64 = 4 lembar	X65 = 3 lembar	Hasil
Ukuran Pelat 1	502 x 600 x 3	16	72	208	32	24	<u>352</u>
Ukuran Pelat 2	144 x 97 x 3	2	0	702	4	0	<u>708</u>
Ukuran Pelat 3	144 x 60 x 3	62	288	0	0	0	<u>350</u>
Ukuran Pelat 4	144 x 40 x 3	0	0	260	248	192	<u>700</u>

Pengolahan Data dan Analisis Hasil

Validasi

Rendemen

tingkat persentase rendemen penggunaan bahan baku pelat sebesar 80%

Sedang prosentase rendemen dari penelitian ini:

$$\text{Rendemen rata - rata} = \frac{93\% + 93\% + 99\% + 97\% + 96\%}{5} = 96\%$$

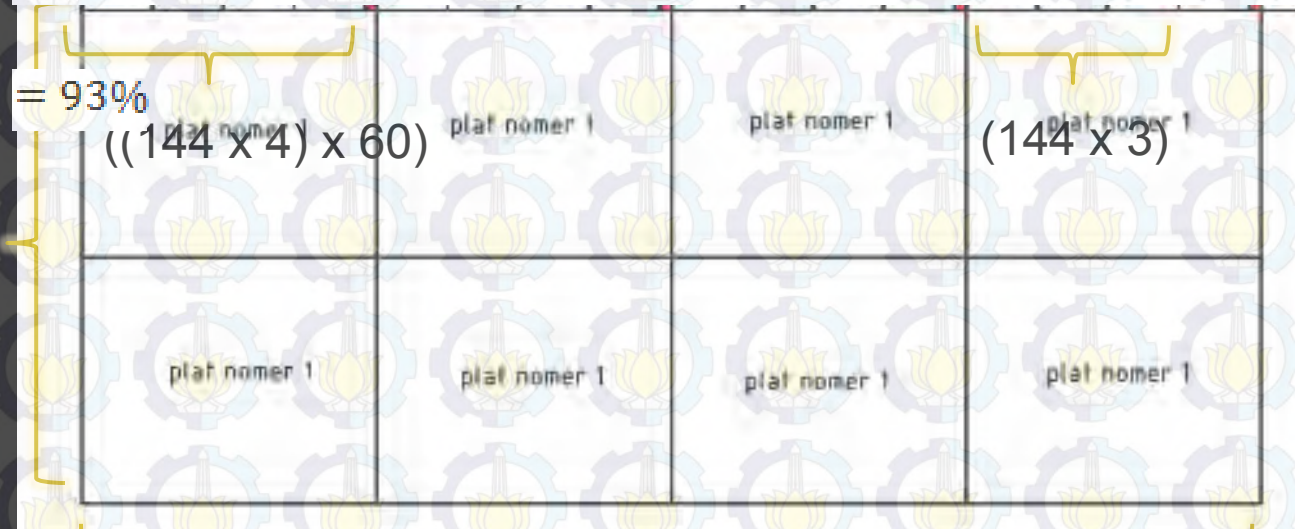


Pengolahan Data dan Analisis Hasil

Rendemen dari variabel X32

$$\frac{\text{Luas pelat yang dimanfaatkan}}{\text{Luas pelat bakalan mula - mula}} \times 100\%$$

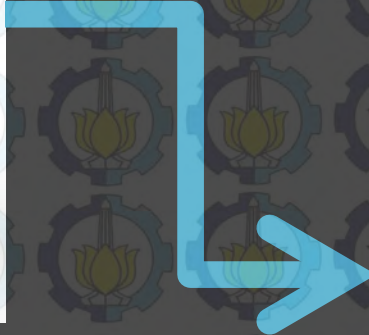
$$= \frac{(2400 \times 1004) + (7 \times (576 \times 60) + (432 \times 60) + (144 \times 97))}{2400 \times 1200} \times 100\%$$



(600 x 4)

Pengolahan Data dan Analisis Hasil

Analisa Sensitifitas



Pengolahan Data dan Analisis Hasil

5. Analisa Sensitivitas terhadap perubahan:

5.1. Jumlah waktu mesin turun

Jumlah Waktu Mesin 1 (600 x 502) sebanyak 352 buah	Selisih
b. Tetap Pelat 2 (144 x 40 x 3) sebanyak 708 buah	
3752241	
c. Ukuran Pelat 3 (144 x 40 x 3) sebanyak 350 buah	

d. Ukuran Pelat 4 (144 x 40 x 3) sebanyak 700 buah

Variabel	Value
X15	25
X35	6
X59	13

GUILLOTINE
 “Solusi relatif insensitif terhadap perubahan parameter jumlah waktu mesin potong yang diturunkan sebanyak 50%”

Pengolahan Data dan Analisis Hasil

5. Analisa Sensitivitas terhadap perubahan:

5.2. Jumlah waktu operator pengesetan turun

Jumlah Waktu Operator Pengesetan	Jumlah Waktu Operator Pengesetan	Selisih
a. Ukuran Pelat 1 (600 x 502 x 3) sebanyak 352 buah		
b. Ukuran Pelat 2 (144 x 97 x 3) sebanyak 708 buah		
c. Ukuran Pelat 3 (144 x 60 x 3) sebanyak 350 buah		
d. Ukuran Pelat 4 (144 x 40 x 3) sebanyak 700 buah		

Variabel	Value
<p>“Solusi relatif insensitif terhadap perubahan parameter jumlah waktu Operator Pengesetan Pelat yang diturunkan sebanyak 50%”</p>	
X48	2
X53	16

Pengolahan Data dan Analisis Hasil

5. Analisa Sensitivitas terhadap perubahan:

5.3. Jumlah waktu operator pemotongan turun

Jumlah Waktu Waktu Pemotongan Tetap	Jumlah Waktu Operator Pemotongan Berkurang 50%	Selisih
3752241 mm ²	3752241 mm ²	-

"Solusi relatif insensitif terhadap perubahan parameter jumlah waktu Operator Pemotongan Pelat yang diurungkan sebanyak 50%"

50%



The diagram illustrates a guillotine cutting process. A green rectangular block labeled 'GUILLOTINE' is shown. Below it, two operators are depicted: 'OPERATOR 2' on the left and 'OPERATOR 3' on the right. A large blue arrow points downwards from the guillotine area, indicating a 50% reduction in time. The text '50%' is prominently displayed in yellow.

Pengolahan Data dan Analisis Hasil

5. Analisa Sensitivitas terhadap perubahan:

5.4. Jumlah waktu kerja ditambah 4 jam

a. Jumlah Waktu Kerja Pelat 1 ($600 \times 150 \times 4$) sebanyak 352 buah	Selisih
b. Tekan Pelat 2 ($144 \times 97 \times 3$) sebanyak 708 buah	
c. Ukur Pelat 3 ($144 \times 75 \times 3$) sebanyak 350 buah	-

d. Ukuran Pelat 4 ($144 \times 40 \times 3$) sebanyak 700 buah

Variabel	Value
"Solusi relatif insensitif terhadap perubahan penambahan jumlah Waktu Mesin, Waktu Operator Pengesetan dan Waktu Operator Pemotongan Pelat sebanyak 4 jam dari jam kerja normal"	
X32	1
X55	8
X62	6

Lembur 4 jam per hari

Pengolahan Data dan Analisis Hasil

5. Analisa Sensitivitas terhadap perubahan:

5.5. Biaya produksi naik

Biaya Produksi Tetap	Biaya Produksi Naik 15%	Selisih
3752241 mm ²	3752241 mm ²	-



“Solusi relatif insensitif terhadap perubahan parameter/ jumlah
Biaya Produksi yang dinaikan sebanyak 15%”

15%

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Penelitian ini membuat model matematis *Integer Linear Programming* mampu meminimasi luasan pelat sisa.
2. Model Matematis memberikan:
 - a. Luasan pelat sisa yang bisa diminimasi sebesar:
 3752241 mm^2
 - b. Rendemen: 96%
3. Formulasi model matematis yang ada pada penelitian ini relatif bersifat insensitif terhadap perubahan beberapa parameter

Kesimpulan dan Saran

Saran

- Penelitian lanjutan untuk menciptakan model matematis untuk pemotongan pelat dengan berbagai macam ketebalan pelat dan berbagai ukuran panjang dan lebar.

TERIMA KASIH



Lampiran

1. Variabel X32 sebanyak 2 lembar

	14.4	14.4	14.4	14.4	24	14.4	14.4	14.4	14.4	24	14.4	14.4	14.4	24	14.4	14.4	14.4	24		
37	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	19.6	
37	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	plat nomor 3	19.6	
	plat nomor 1				plat nomor 1				plat nomor 1				plat nomor 1				plat nomor 1			
	plat nomor 1				plat nomor 1				plat nomor 1				plat nomor 1				plat nomor 1			

2. Variabel X33 sebanyak 9 lembar

3. Variabel X38 sebanyak 26 lembar

4. Variabel X64 sebanyak 4 lembar

5. Variabel X65 sebanyak 3 lembar